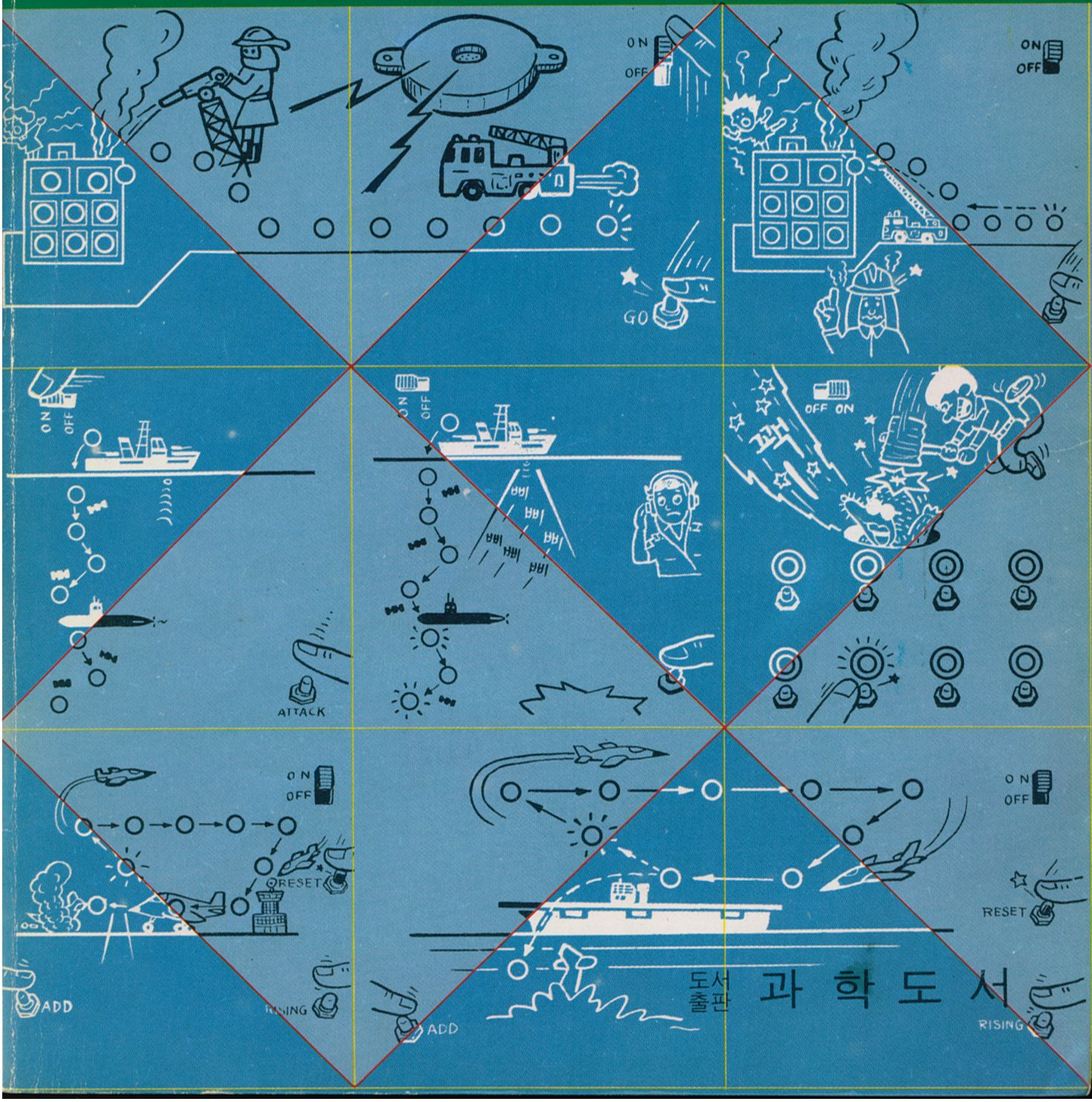
개정증보판

디지털 게임기 제작집

〈제 2 집〉

김 병 진 편



도서출판 과 학 도 서

차 례

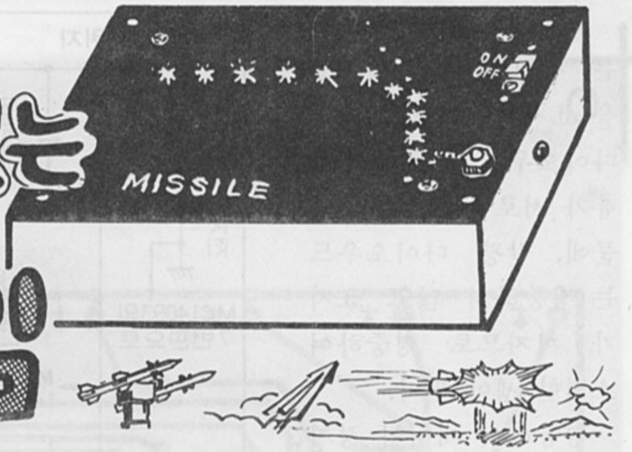
IC의 원리를 공부할 수 있는 미사일 게임기 ······ 5
패스·루우트도 있는 농구 게임기 ······ 10
롱 패스도 할 수 있는 축구 게임기 ······ 15
알아 두어야 할 지식 ······ 20
드릴 만점의 디지틀 데블 게임기 ······ 21
미사일 대 UFO의 게임기 ······ 25
게임을 하면서 2진수를 알 수 있는「바이너리 헌터」······ 31
미사일로 적의 잠수함을 격침시키는
「미사일 잠수함 게임기」······ 36
공포의 뱅크를 스윙!!「로울링 보올 게임기」······ 41
두더지 때리기 게임장치 ······ 47
까마귀가 자벌레를 잡아 먹는「자벌레 게임기」······ 54
클릭음도 나오고 효과 만점인「디지틀 루울렛」······ 61
본격적인「카아 레이스 게임기」······ 65
정체불명의 인공천체가 접근하는「버로우즈 게임기」······ 72
공중전과 곡예를 즐길 수 있는「에어 플레인 게임기」······ 78
유능한 소방사가 될 수 있는「소방사 게임기」······ 84
3분 동안 하이 스코어를 아는「별따기 게임장치」······ 90

차 례

적을 쳐부수는「우주전 게임기」……………………………………97
여러분의 운동신경을 알 수 있는「카세트 탁구 게임기」…………103
UFO의 공격을 받고 워어프하는「스페이스 파이터」………………108
신출귀몰하는 2괴물「팩맨 게임기」……………………………………113
카세트 케이스에 꾸미는「멍멍 게임기」……………………………120
기본회로로 꾸미는「카아레이스 게임기」……………………………128
숫자군단이 여러분의 계산력과 기억력에 도전한다!
9(나인) 어택 게임기………………………………………………………142
백구를 쫓는 드릴감이 만점!
테니스 게임기………………………………………………………………148
카세트에 꾸미는 두더지 때리기 게임기………………………………154

아는 것이 힘이다. 배워야 한다.

IC의 원리를 공부할 수 있는 미사일 게임



간단히 제작하여 즐길 수 있는 디지틀 게임을 소개한다. 잇따라 날아오는 적의 미사일을 격추하는 미사일 게임이다.

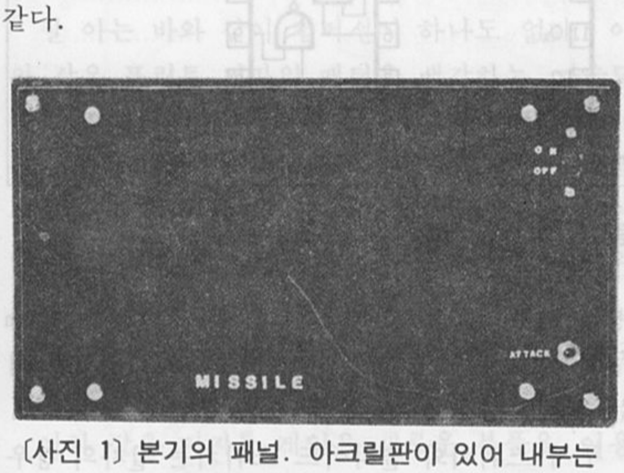
적의 기지에서 미사일이 날아 온다. 이 적의 미사일을 격추시킨다. 요격 미사일이 적의 미사일에 적중하면 2개의 미사일은 소멸된다.

◘ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 본기의 회로도이다.

먼저 적의 미사일을 콘트롤하는데는 10진 카운터와 디코우더 IC가 하나로 된 MC14017을 사용한다. 이 IC의 Q_0~Q_9 출력으로 발광 다이오우드를 점등시켜 미사일의이동에 비유하고 있다. MC14017을 움직이기 위한 클럭 신호는 시미트 NAND(낸드) 의 MC14093 유닛을 하나 이용하여 발진시킨다.

이 시미트 NAND를 이용한 발진회로는 콘덴서나 저항이 하나씩이면 되기 때문에 편리하다. 또 콘덴서에 극성이 있는 전해 콘덴서를 쓸 수 있는 점도 편리하다. 이 발진회로와 MC14017의 조합은 표시가 차례로 변화 이동하는 루울렛과 같다.



〔사진 1〕 본기의 패널. 아크릴판이 있어 내부는 보이지 않는다

한편 아군의 요격 미사일 콘트롤은 적의 미사일 콘트롤과 기본적으로는 같다. 우선 ATTACK (어택 : 공격) 스위치를 누르면 H의 짧은 펄스가 발생하고, MC14017의 Reset(리세트) 단자를 H로 한다. 그 때문에 MC14017은 리세트되고 Q_0가 H가 되어 카운트 동작이 시작된다. 카운트 동작은 차례로 진행되어 Q_1, Q_2와 출력도 변한다.

만일 아군의 요격 미사일이 적의 미사일에 명중하지 않아 아무 일도 일어나지 않으면 카운트 동작은 Q_8까지 진행된다. 그러면 Q_8과 100kΩ의 저항으로 이어져 있는 Clock-Enable도 H가 되기 때문에 MC14017은 카운트 동작을 멈춘다. 이 상태는 다시 어택 스위치를 누르고 MC14017 을 리세트할 때까지 계속된다.

이번에는 적의 미사일과 아군의 요격 미사일이 명중했을 때의 일을 생각해 보자. 적의 미사일과 아군의 요격 미사일이 명중하는 것은 회로상에서는 〔그림 1〕의 회로도에서 위쪽의 MC14017 (적의 미사일을 콘트롤한다)의 Q_6출력과, 〔그림 1〕의 회로도에서의 밑쪽의 MC14017(아군의 요격 미사일을 콘트롤한다)의 Q_5가 동시에 H가 되면 시미트 NAND 게이트의 입력 2개가 동시에 H입력이 되는 것이므로 시미트 NAND 게이트의 출력은 L이 된다. 한번 더 시미트 NAND 게이트로 반전되어 H 출력이 된다.

이 출력은 MC14017 2개의 Clock-Enable에 접속되어 있기 때문에 카운터 동작은 정지해 있다.

이 동작은 2개의 카운터 MC14017이 서로 연동하여 동작을 정지하고 있지만, 다른 플립 플롭 등으로 기억하는 것이 아니라 회로 전체로 명중의 기억을 시킨다.

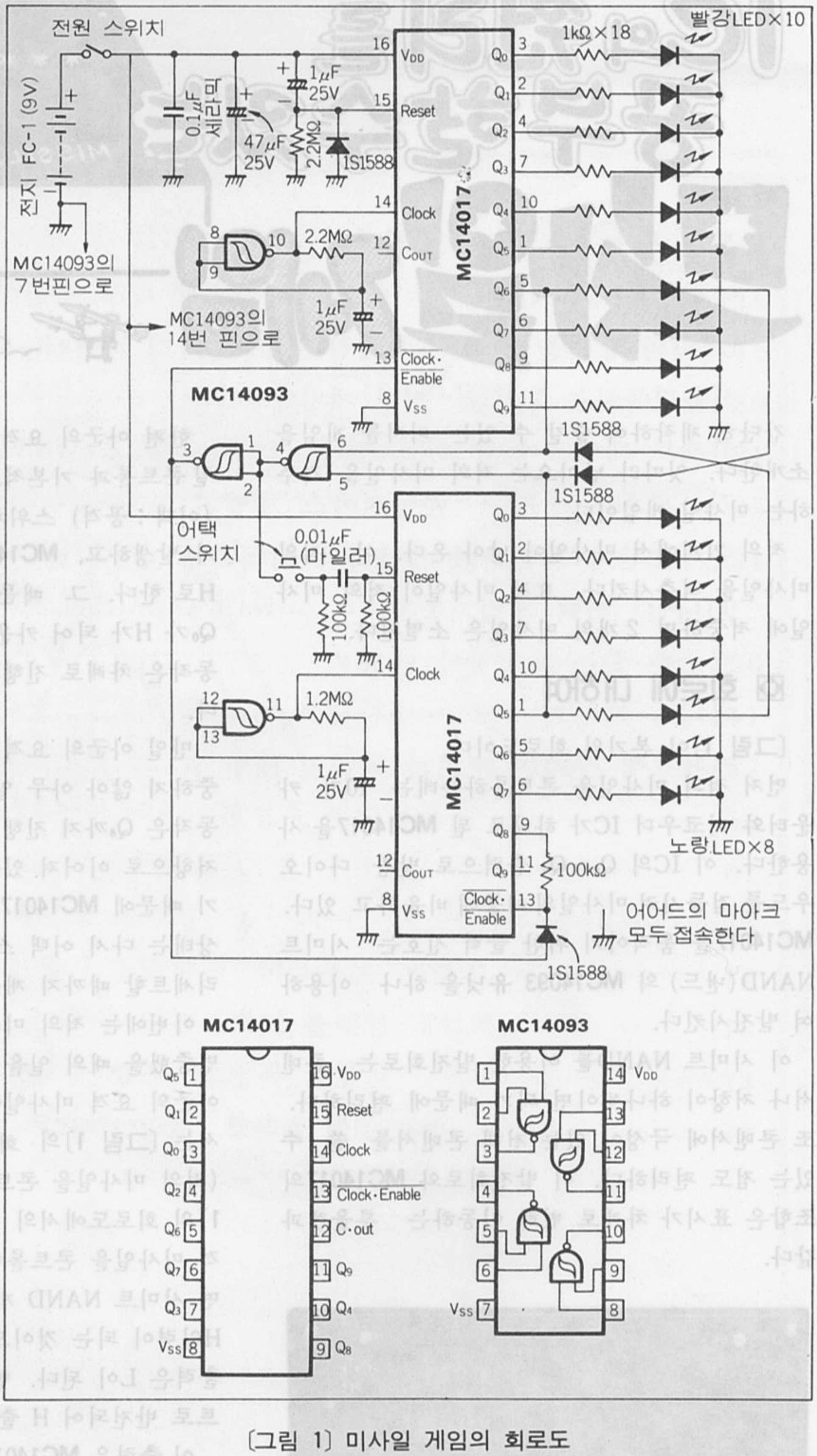
그런데 2개의 카운터는 정지했지만, 미사일을 표시하는 2개의 발광 다이오우드에 흐르는 전류가 서로 H가 되기 때문에, 발광 다이오우드는 점등하지 않고 표시가 꺼지므로 명중하여 소멸한 셈이 된다.

명중하여 게임이 정지되면 어택 스위치를 눌러도 H의 펄스가 나오지 않게 되어 있다. 이것은 게이트의 출력을 기본으로 하여 H의 펄스를 만들고 있었기 때문이다.

이 게임의 리세트는 2개의 MC14017 중 어느 한쪽을 리세트하면 되므로, 〔그림 1〕의 회로도에서 위쪽의 MC14017 (적의 미사일을 콘트롤한다)을 전원 ON 때의 콘덴서 충전을 이용하여 리세트시킨다. 파워 온 리세트 방식이다.

◈ 부품에 대하여

MC14017은 어느 메이커제건 다 좋지만, MC14093은 메이커에 따라 미사일의 이동 속도가 크게 달라진다. 발광 다이오우드는 밝은 것을 사용하지 않으면 C-MOS IC의 출력으로 직접 점등시키기 때문에 어두워진다.

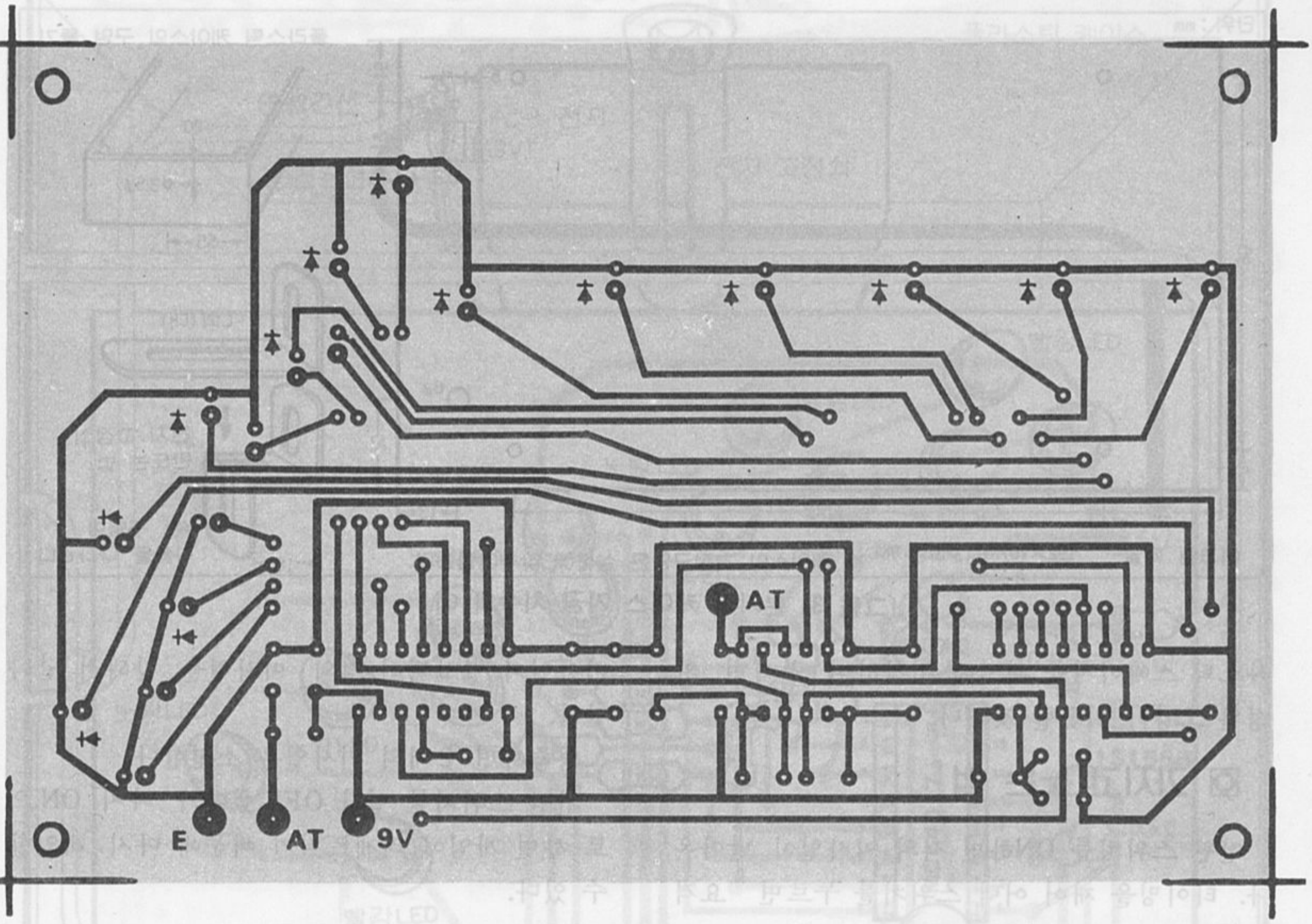


〔그림 1〕 미사일 게임의 회로도

0.01μF의 마일러 콘덴서는 세라믹 콘덴서라도 된다. 다른 부품은 동등품이라도 되므로 가지고 있던 것을 이용하기 바란다.

플라스틱 케이스는 가장 값비싼 것이므로 다른 방법을 생각해도 좋을 것이다. 아크릴판은 2㎜ 두께로서는 좀 약할 것 같으므로 새로 구입할 때는 3㎜ 두께로 하는 것이 좋을 것이다.

푸시 스위치와 슬라이드 스위치는 필자의 경우



〔그림 2〕 프린트 패턴(원치수)

와 같이 소형으로서 스마아트한 것이 아니면 완성된 모양이 촌스럽게 될 것 같다.

◎ 제작에 대하여

기판 만들기부터 시작한다. 감광기판으로 만들면 매우 간단하다. 필자는 요즘에 와서 프린트 기판은 모두 감광기판으로 만들고 있다. 〔그림 2〕가 패턴이다.

잘 아는 바와 같이 점퍼선이 하나도 없다. 이와 같은 프린트 기판의 패턴을 생각하는 기술도 중요한 테크닉의 하나인데, 아아트 워어크(art work)라 하여 메이커에는 전문가가 있고, 컴퓨우터를 응용한다든가 하여 패턴을 연구하고 있다. 〔그림 3〕이 아크릴 패널과 플라스틱 패널의 가공도이다.

배선에서는 극성이 있는 콘덴서나 다이오우드 등에 주의해야 한다.

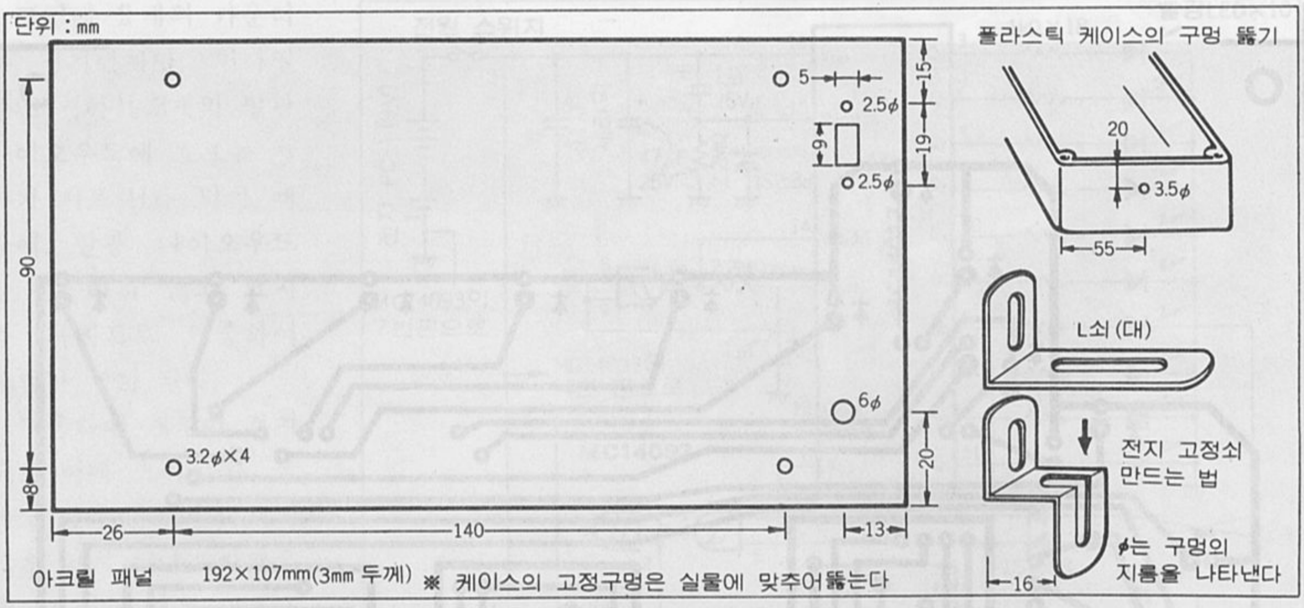
이와 같은 디지틀 게임은 새로운 부품을 이용하여 완전한 기판으로 조립하면 100% 완전히 동작한다. 완전히 동작하지 않는 원인은 불완전한 기판이나 부품의 고정이 잘못되었기 때문이다. 결코 유령이 장난한 것이 아니다. 모두 제작한 사람의 잘못인 것이다.

기판의 패널에 대한 고정은 패널에 구멍을 뚫어 나사로 고정시킨다. 가장 간단한 방법이다.

만일 패널면에 나사가 나오는 것이 싫으면 플



〔사진 2〕 본기의 내부



〔그림 3〕 본기의 케이스 가공 치수의 예

라스틱 스페이서를 패널에 접착하여 붙이면 완성된 모양이 미끈할 것이다.

◘ 가지고 노는 법

전원 스위치를 ON하면 적의 미사일이 날아온다. 타이밍을 재어 어택 스위치를 누르면 요격 미사일이 발사되어 적의 미사일을 향해서 날아간다.

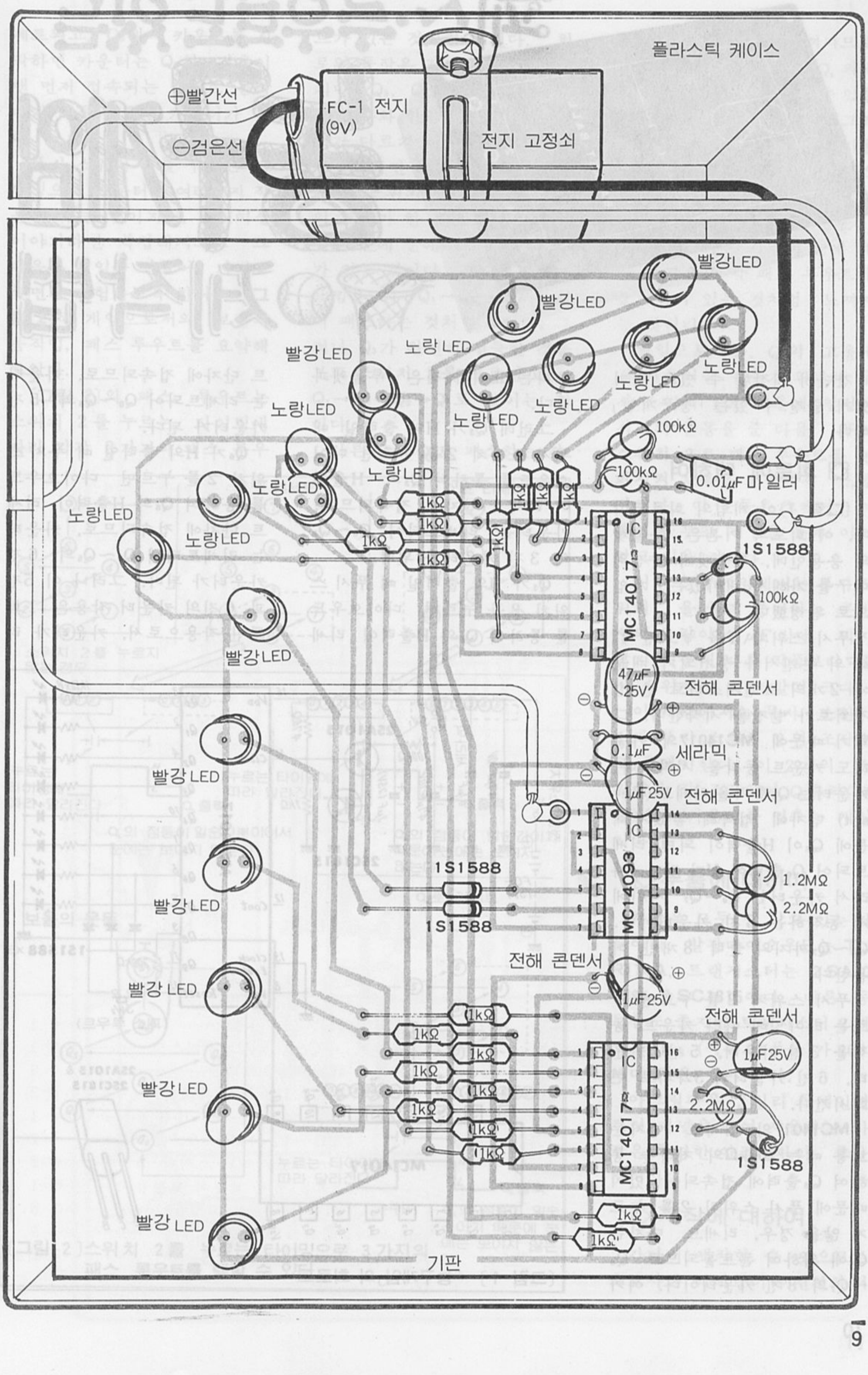
명중하면 2개의 미사일은 소멸한다.

전원 스위치를 일단 OFF했다가 다시 ON으로 하면 게임이 리세트되기 때문에 다시 게임할 수 있다.

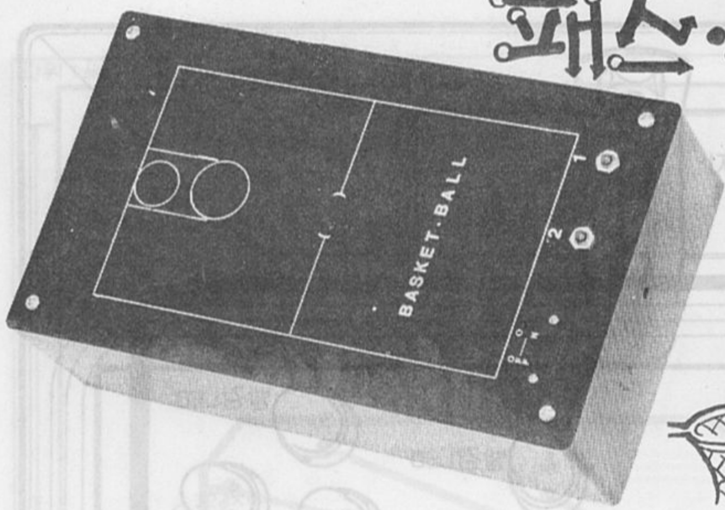
부 품 표

IC **MC14017**	2
MC14093	1
IC 소켓 14핀용	1
16핀용	2
발광 다이오우드 빨강 5ϕ	10
노랑 5ϕ	8
다이오우드 **1S1588**	4
플라스틱 케이스 197×112×60mm	1
아크릴판 192×107mm(3mm 두께)	1
감광기판 1.6×150×100mm	1
현상제	1
스위치 3P 미니 슬라이드 스위치	1
2P 미니 푸시스위치	1
스페이서 길이 15mm(나사 있는 것)	4
L쇠(대)	1
전지 스냅 FC-1용	1
건전지 FC-1(9V)	1
콘덴서 47μF 16V 케미콘	1
1μF 25V 〃	3
0.1μF 50V(세라믹)	1
0.01μF 50V(마일러)	1
저항 1kΩ(갈색·검정·빨강·금색)1/4W	18
100kΩ(갈색·검정·노랑·금색) 〃	3
1.2MΩ(갈색·빨강·녹색·금색) 〃	1
2.2MΩ(빨강·빨강·녹색·금색) 〃	2
비스 2ϕ×6mm(스위치 있는 것)	2
3ϕ×8mm(전지고정쇠 고정용)	1
너트 3mm용(〃)	1
붙박이(러그) 1.6ϕ×3mm	4
비닐선(가는 것 1m짜리×6색)	1세트





플라스틱 케이스
⊕빨간선
⊖검은선
FC-1 전지
(9V)
전지 고정쇠
빨강LED
노랑LED
100kΩ
0.01μF 마일러
1kΩ
IC
MC14017B
1S1588
47μF
25V
전해 콘덴서
0.1μF
세라믹
1μF25V
MC14093
1.2MΩ
2.2MΩ
기판



패스·루우트도 있는 농구게임 제작법

간단히 제작할 수 있고 재미있게 즐길 수 있는「농구게임」이다.

◇ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 게임의 회로도이다. 이 회로의 기본은 루울렛의 응용인데, 루울렛에 약간의 연구를 가해서 재미있는 게임으로 완성했다.

푸시 스위치 1을 누르면 47 μF의 콘덴서가 충전되기 때문에 2개의 트랜지스터로 짠 발진회로가 발진을 시작한다. 그렇기 때문에 **MC14017**의 카운터도 카운트 동작을 시작한다. 카운터는 Q_8출력을 리세트(Reset) 단자에 접속해 놓았기 때문에 Q_8이 H출력이 되면 리세트되어 Q_0출력이 H가 된다. 따라서 카운터는 Q_0~Q_7 사이에서 동작하는 8진 카운터이다. Q_0~Q_7까지의 출력 8개만 이용한다.

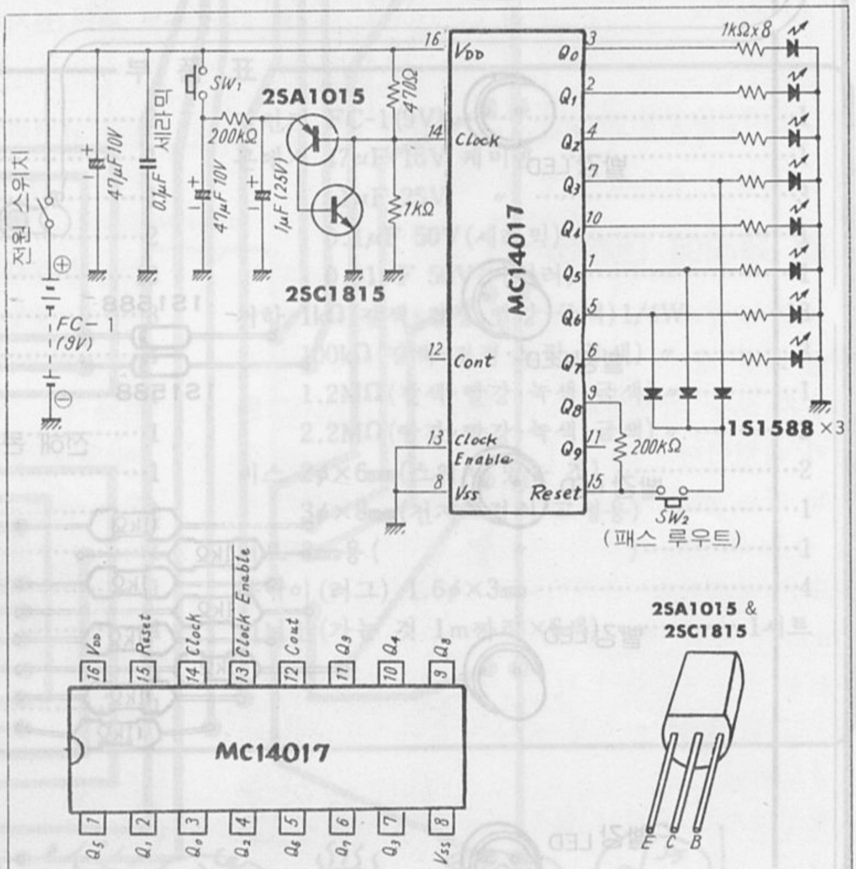
푸시 스위치 2를 누르면 누르는 타이밍에 따라 카운트 동작을 3진 카운터, 5진 카운터, 6진 카운터의 3가지로 변화시킨다.

MC14017의 리세트 단자는 보통 때는 200kΩ의 저항을 통하여 Q_8출력에 접속되어 있기 때문에 푸시 스위치 2를 누르지 않을 경우, 리세트 단자는 Q_8에 의하여 콘트롤되므로 Q_0~Q_7의 8진 카운터이다. 여기까지는 표시가 적은 루울렛과 같다.

그런데 Q_3가 H의 출력일 때 푸시 스위치 2를 누르면 다이오우드를 통하여 Q_3의 H출력이 리세트 단자에 접속되므로, 카운터는 리세트되어 Q_0~Q_2의 3진 카운터가 된다.

Q_5가 H의 출력일 때 푸시 스위치 2를 누르면 다이오우드를 통하여 Q_5의 H출력이 리세트 단자에 접속되므로, 카운터는 리세트되어 Q_0~Q_4의 5진 카운터가 된다.

Q_6가 H의 출력일 때 푸시스위치 2를 누르면 다이오우드를 통하여 Q_6의 H출력이 리세트 단자에 접속되므로, 카운터는 리세트되어 Q_0~Q_5의 6진 카운터가 된다. 그러나 이 5진과 6진의 카운터 작용은 1회뿐인 작용으로서, 카운터가 리



〔그림 1〕「농구게임」의 회로도

세트되고, Q_0에서 카운트를 시작하면 카운터는 Q_3의 작용이 맨 먼저 접속되는 리세트 동작이기 때문에 3진 카운터가 된다.

푸시 스위치 2를 누르는 타이밍으로 카운터는 여러가지 작용을 하는 것이지만, 이 이상 이야기하면 복잡해지므로 그 다음은 게임을 만들어 가지고 놀면서 체험하도록 한다. 〔그림 2〕에 게임으로서의 보올의 움직임, 패스 루우트를 요약해 보았다.

〔그림 2〕의 패스 루우트는 스위치 2를 누르는 타이밍에 따라 각각 2가지의 패스 루우트가 있는 것처럼 보인다. 회로의 동작은 각각 한가지씩이지만, Q_3, Q_5, Q_6 출력이 H가 된 직후와 한참 후는 보이는 상태가 다르기 때문이다.

이를테면 Q_3가 H가 되어 있을 때 곧 스위치 2를 누르면 Q_3의 표시가 한 순간의 짧은 시간 때문에 눈에 보이지 않는 수가 있는 것이다. 그래서 보는 느낌은 $Q_0 \to Q_1 \to Q_2 \to Q_0$와 같이 패스하는 것처럼 보인다. 그러나 Q_3가 완전히 점등한 것을 보고 스위치 2를 누르면 $Q_0 \to Q_1 \to Q_2 \to Q_3 \to Q_0$로 보이는 것이다.

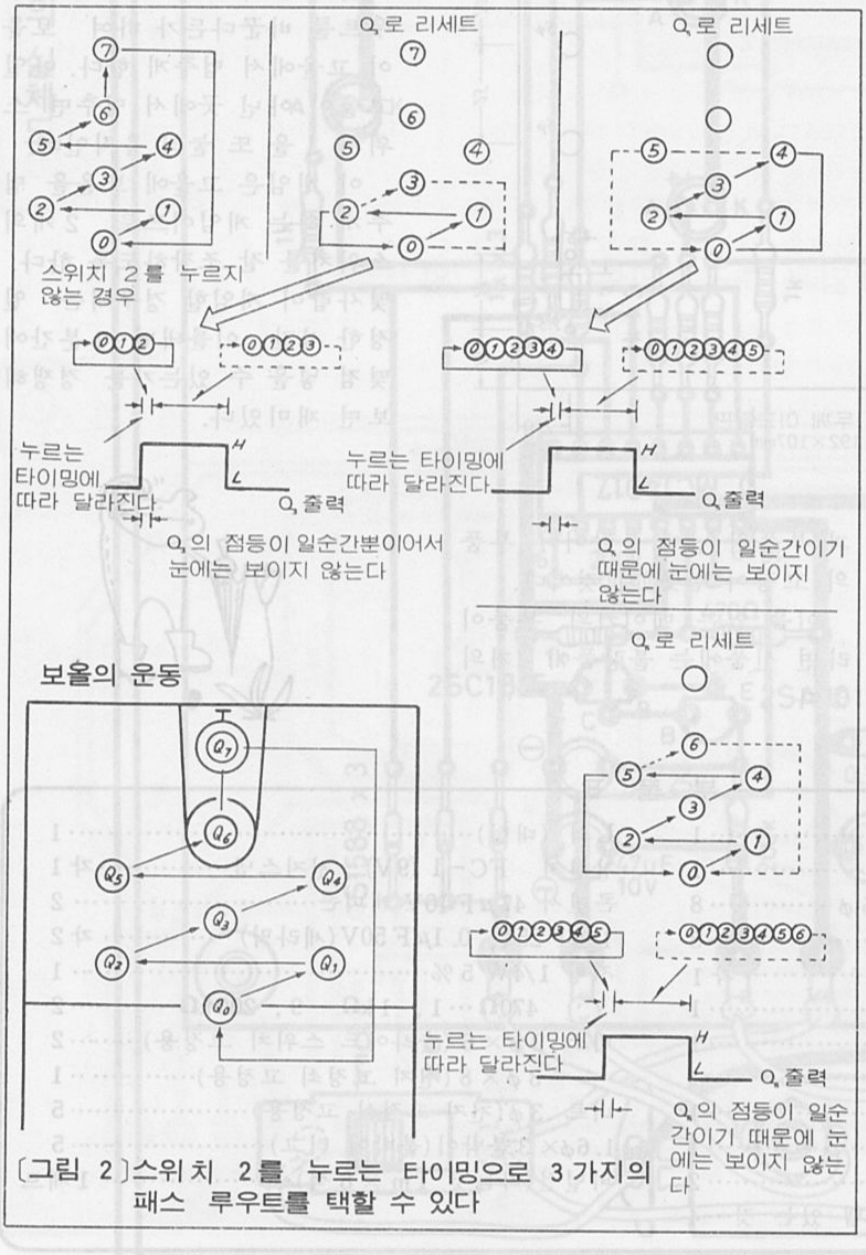
다른 Q_5, Q_6로 패스하는 경우도 같은 식으로 느껴지므로 게임을 할 경우, Q_0와 Q_1 외에는 모든 경우에 패스할 수 있을 것 같이 느껴질 것이다. 그러나 게임에서는 반드시 표시를 확인한 후에 누르지 않아도 스위치 2는 확실하게 작용하기 때문에 문제 없이 진행된다.

게임을 하는 사람의 눈에 대한 착각으로 각 패스 루우트가 2가지씩 있는 것처럼 느껴지는 것이다.

게임으로서는, Q_7의 고울에서 카운터를 멈추기 위해서 푸시 스위치 1로 보올에 일정한 시간의 운동을 준 다음, 푸시 스위치 2로 패스 루우트를 변화시켜 보올을 고울에서 스톱시킨다. 이 운동은 스페이스 셔틀이나 루팡 게임을 통해 이미 알고 있을 것이다.

이번 농구게임에서는 푸시스위치 1을 눌러 충전하는 콘덴서의 용량이 $47\mu F$ 밖에 되지 않기 때문에 다른 작품보다 푸시 스위치 1의 역할이 크다.

이 게임에서는 푸시 스위치 1과 푸시 스위치 2의 조작으로 플레이한다. 이 2개의 스위치를 잘 조작하여 Q_7출력(고울)으로 카운터를 멈추는 게임이다.



〔그림 2〕스위치 2를 누르는 타이밍으로 3가지의 패스 루우트를 택할 수 있다

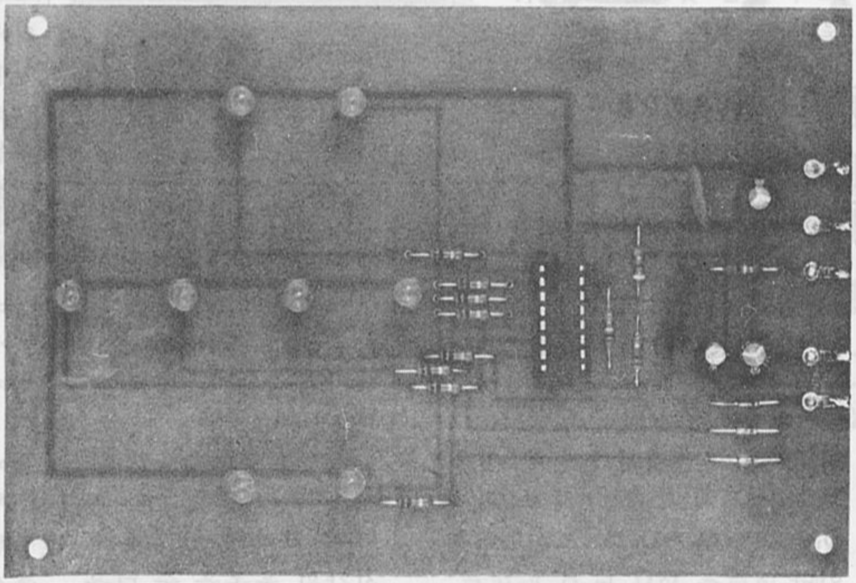
◇ 부품에 대하여

부품은 모두 잘 알고 있는 것들이다. 발광다이오우드는 TLR114A, 트랜지스터는 2SA1015와 2SC1815이다. 다른 동등품도 좋지만 트랜지스터 2개 모두 h_{FE} (직류 증폭률)가 100보다 작은 것이 좋다.

아크릴판은 3밀리 두께인데 컬러 패널을 붙여 사용하는 사람은 투명한 아크릴판이 좋을 것이다.

◇ 제작에 대하여

간단히 제작할 수 있으므로 초보자나 베테랑이나 천천히 서

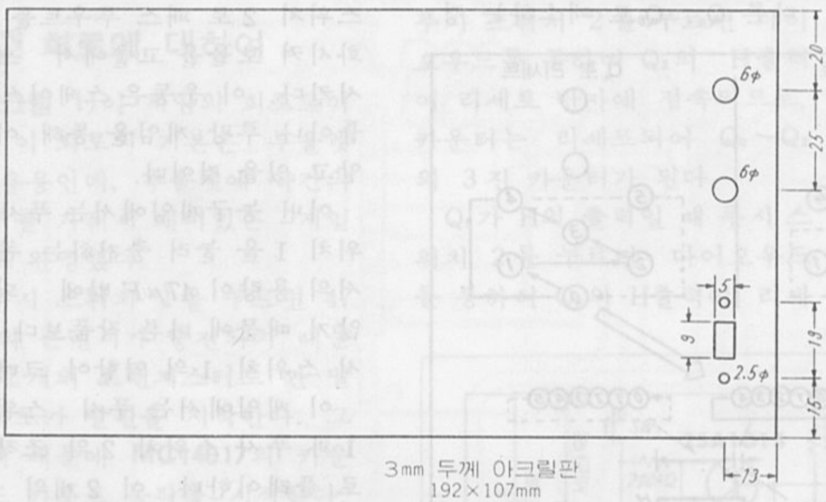


특히 IC의 불량은 없다고 볼 수 있다. 자신의 기술을 의심하는 것이 옳다. 프린트 기판에는 모두 발광다이오우드의 극성 마아크가 들어있기 때문에 부품을 기판에 끼워 넣을때 잘 확인하기 바란다.

◇ 게임하는 법

푸시 스위치 1을 누르면 보올(발광 다이오우드의 표시)이 움직이기 시작한다. 이 스위치 1을 누르고 있으면 보올은 영원히 고울에서 멈추어지지 않으므로 한번만 뿅 누른다. 보올이 움직이기 시작하면 푸시 스위치 2의 조작으로 패스 루우트를 바꾼다든가 하여 보올이 고울에서 멈추게 한다. 만일 고울이 아닌 곳에서 멈추면 스위치 1을 또 눌러 움직인다.

이 게임은 고울에 보올을 멈추게 하는 게임이므로 2개의 스위치를 잘 조작하도록 한다. 몇사람이 게임할 경우에는 일정한 시간, 이를테면 1분간에 몇점 넣을 수 있는가를 경쟁해 보면 재미있다.



3mm 두께 아크릴판
192×107mm

〔그림 3〕패널의 치수도



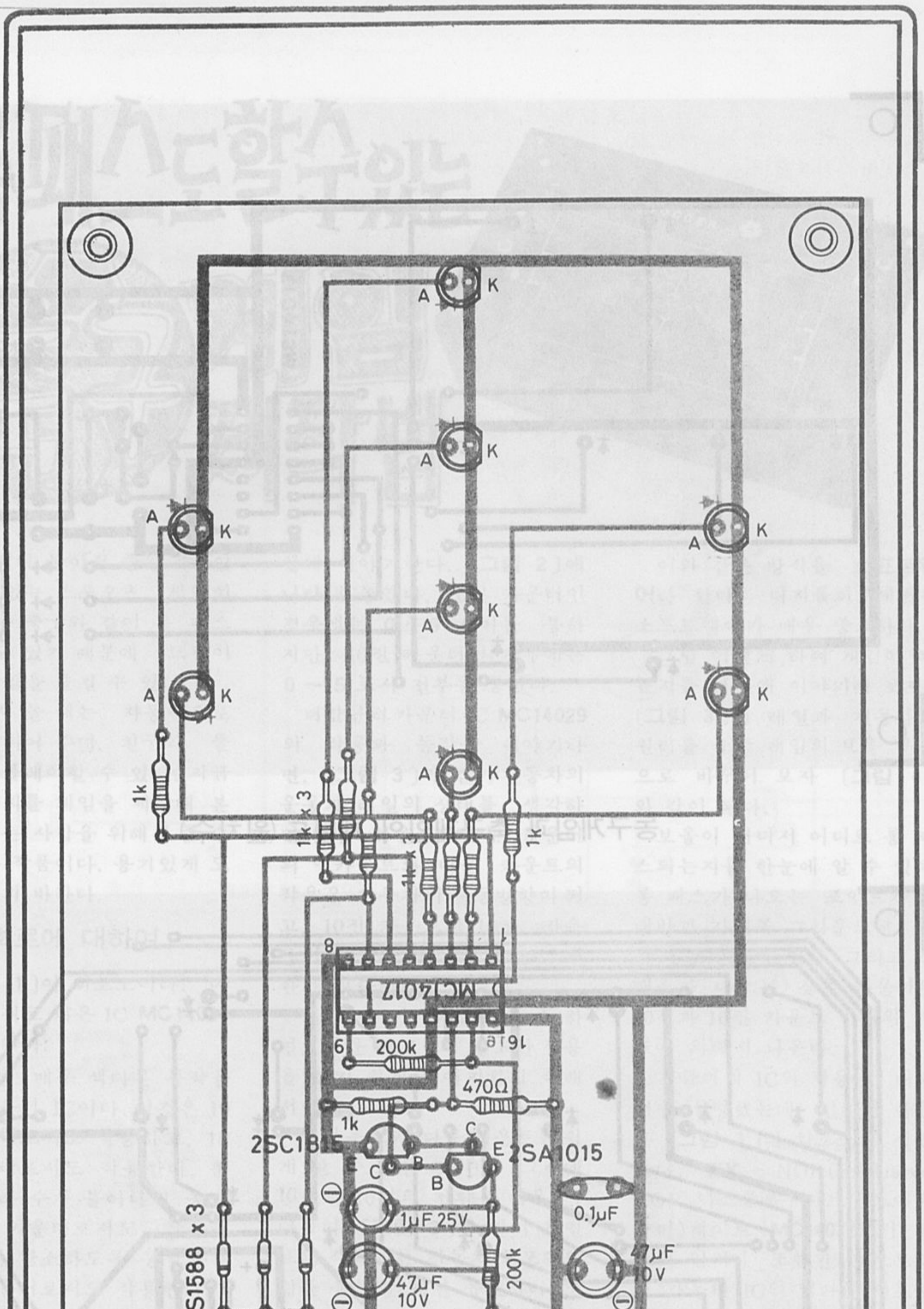
둘지 말고 정성들여 만들어 가면 된다.

가장 주의해야 되는 것은 기판 만들기이다. 제작해 보고 움직이지 않는 원인은 모두 기판과 부품의 납땜 불량이나 부품의 고정이 잘못 된 것이다.

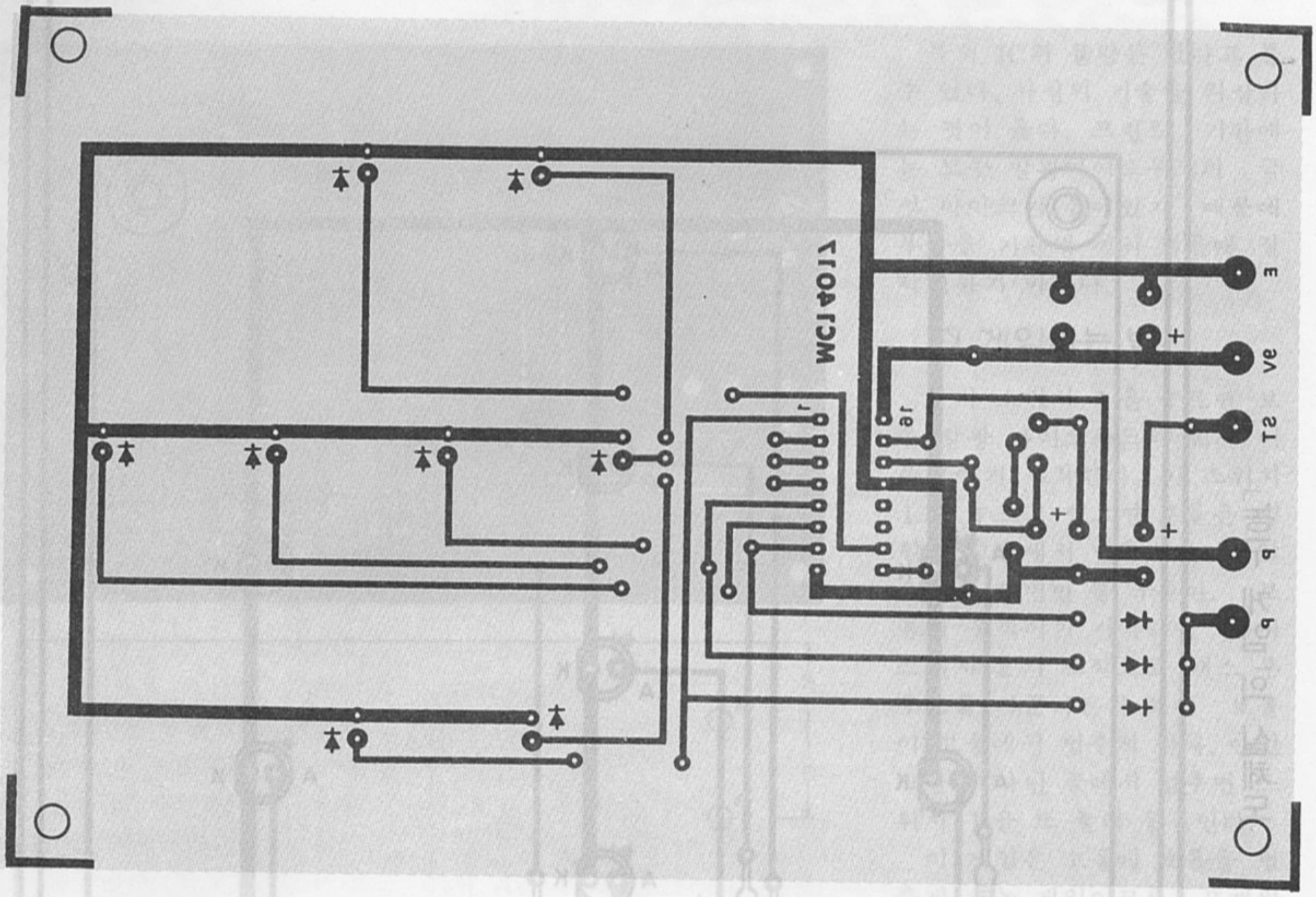
이름 있는 메이커의 부품이라면 신품에는 불량품이 거의 없다.

부 품 표

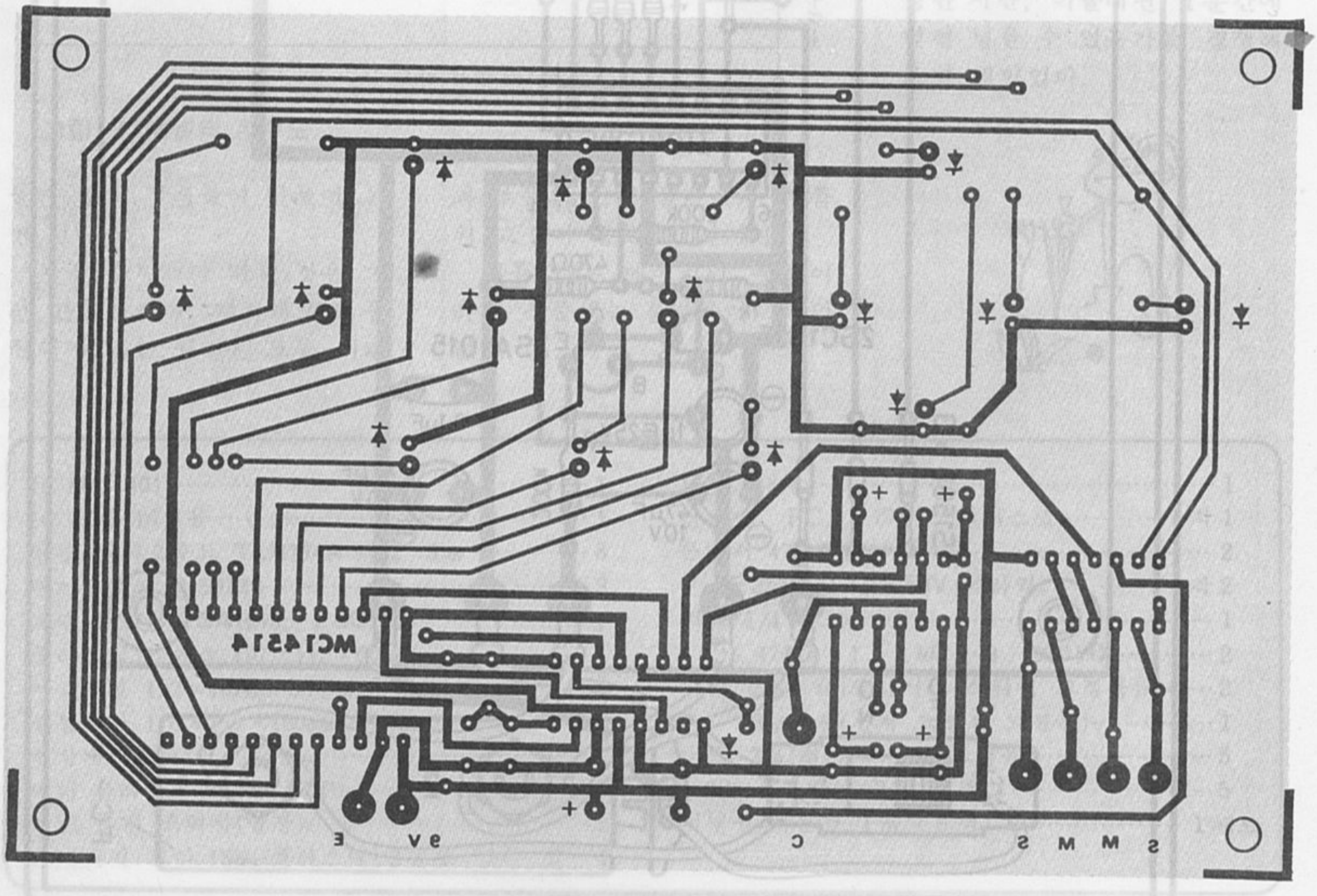
IC MC14017	1	L쇠 (대형)	1
IC 소켓 16핀용	1	건전지 FC-1 (9V), 전지스냅	각 1
발광 다이오우드 TLR114A 빨강 5φ	8	콘덴서 47μF 10V 케미콘	2
다이오우드 1S1588	3	1μF 25V, 0.1μF 50V(세라믹)	각 2
트랜지스터 2SA1015, 2SC1815	각 1	저항 1/4W 5%	1
플라스틱 케이스 197×112×60mm	1	470Ω…1, 1kΩ…9, 200kΩ	2
아크릴판 192×107mm(3밀리 두께)	1	비스 2φ×6(슬라이드 스위치 고정용)	2
감광기판 1.6×150×100mm	1	3φ×8(전지 고정쇠 고정용)	1
현상제 DP-10	1	너트 3φ(전지 고정쇠 고정용)	5
미니 슬라이드 스위치(2P)	1	1.6φ×3불박이(불박이 러그)	5
미니푸시 스위치(빨강)	2	비닐선(가는것 1m×6색)	1세트
스페이서 길이 15mm(플라스틱) 3φ 탭 있는 것	4		


A
K
1k
1k x 3
MC14017
8
9
16
1
200k
470Ω
1k
2SC1815
2SA1015
E
B
C
1μF 25V
0.1μF
47μF 10V
200k
1S1588 x 3
OFF
ON
2
1
FC-1

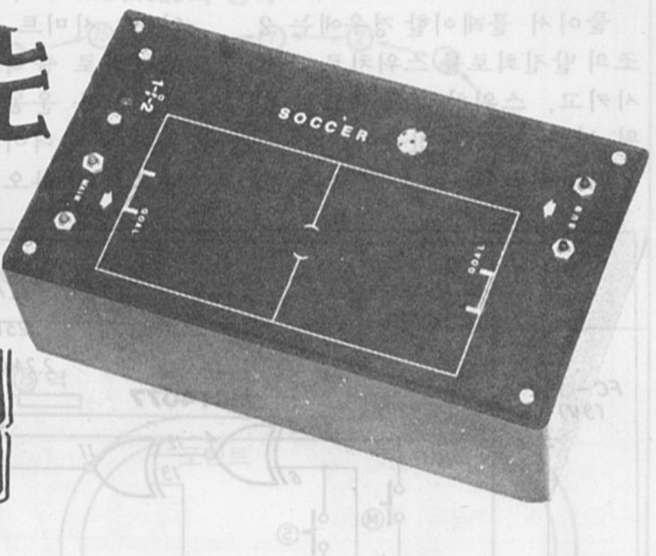
「농구 게임」의 실체도



농구게임과 축구게임의 패턴도 (원치수)



롱패스도 할수있는 축구 게임 제작법



혼자서나 둘이서 즐길 수 있는 재미있는 스포오츠 게임이다. 진짜 축구와 같이 롱 패스도 할 수 있기 때문에 드릴이 있는 게임을 즐길 수 있다.

혼자서 놀 때는 자동적으로 상대가 되어 주며, 친구와 둘이서도 플레이할 수 있다. 지금까지 디지틀 게임을 제작해 본 일이 있는 사람을 위해서 좀 수준 높은 작품이다. 용기있게 도전해 보기 바란다.

⊠ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 회로도이다. 여기서는 새로 나온 IC **MC14029**를 사용한다.

이 IC는 매우 색다른 동작을 하는 카운터 IC이다. 이것은 10진 카운터로서도 작용하고, 16진 카운터로서도 작용한다. 뿐만 아니라 수가 불어나게 동작하는 업 카운터로서도 작용하고, 수가 감소하도록 동작하는 다운 카운터로서도 작용한다.

그 밖에도 자유로운 수에서 카운트 동작을 스타아트할 수 있는 프리세트 기능도 있어서 만능 카운터 IC라 할 수 있다.

이 카운터의 프리세트 작용은 별도로 하고, 10진과 16진 카운터의 전환, 업카운터와 다운 카운터의 전환, 두가지 작용을 동시에 여러분들에게 알기 쉽게 이야기한다. 〔**그림 2**〕에 나타내 놓았다. 10진 카운터인 경우에는 0～9 사이를 통하지만, 16진 카운터인 경우에는 0～15 로서 전부를 통한다.

더간단히 카운터 IC **MC14029**의 작용과 동작을 이야기하면, 〔**그림 3**〕과 같이 전동차의 운동과 레일의 상태를 생각하면 알기 쉬울 것이다. 카운터의 업카운트와 다운 카운트의 작용은 전동차의 운동방향이 되고, 10진 카운트와 16진 카운트의 작용은 레일의 포인트 전환과 비슷하다.

왜 이런 이야기를 하는가 하면, 카운터 IC의 중요한 작용을 알기 쉽게 이야기하기 위해서이다.

업카운트와 다운 카운트는 쉽게 알 수 있을 것이다. 그런데 10진과 16진의 전환은 매우 까다롭다. 〔**그림 3**〕과 같이 포인트의 작용에는 전동차가 포인트 위를 통과할 때만 유효하다. 또 그림에서 알 수 있는 바와 같이 가장 빨리 ⑮에서 ⑨로 가려면 일단 ⓪으로 가지 않으면 안된다. 레일의 굽어지는 방식을 생각하면 곧 알 수 있다.

이 〔**그림 3**〕은 카운터 IC **MC14029**의 작용을 완전히 알 수 있도록 그려 놓았는데, 이런 식으로 생각해 보면 간단하다.

이와 같은 방식을 **소프트웨**어라 한다. 디지틀회로에서는 소프트웨어가 매우 중요하다.

그럼 어떻게 하여 게임이 되는지를 다음에 이야기해 보자. 〔**그림 3**〕의 레일과 전동파의 원리를 축구 게임의 보올 운동으로 바꾸어 보자 〔**그림 4**〕와 같이 된다.

보올이 어디서 어디로 롱 패스되는지를 한눈에 알 수 있다. 롱 패스가 나오는 포인트가 상대방과 자기쪽 그라운드에 각각 1 포인트씩 있다. 그리고 롱 패스가 나오는 것은 카운터의 10진과 16진 카운트 전환의 신호에 의해서 나온다.

지금까지 IC의 작용에 대해서만 설명했는데, 전체의 운동은 〔**그림 1**〕의 회로도로 설명한다. EX - NOR(Exclusive NOR 익스클루우시브 노어의 약어)게이트 **MC14077**로서 2조의 입력이 조합된 것으로부터 카운터 IC의 업다운 신호를 만든다. 즉 보올의 운동 방향을 전해 주는 것이다.

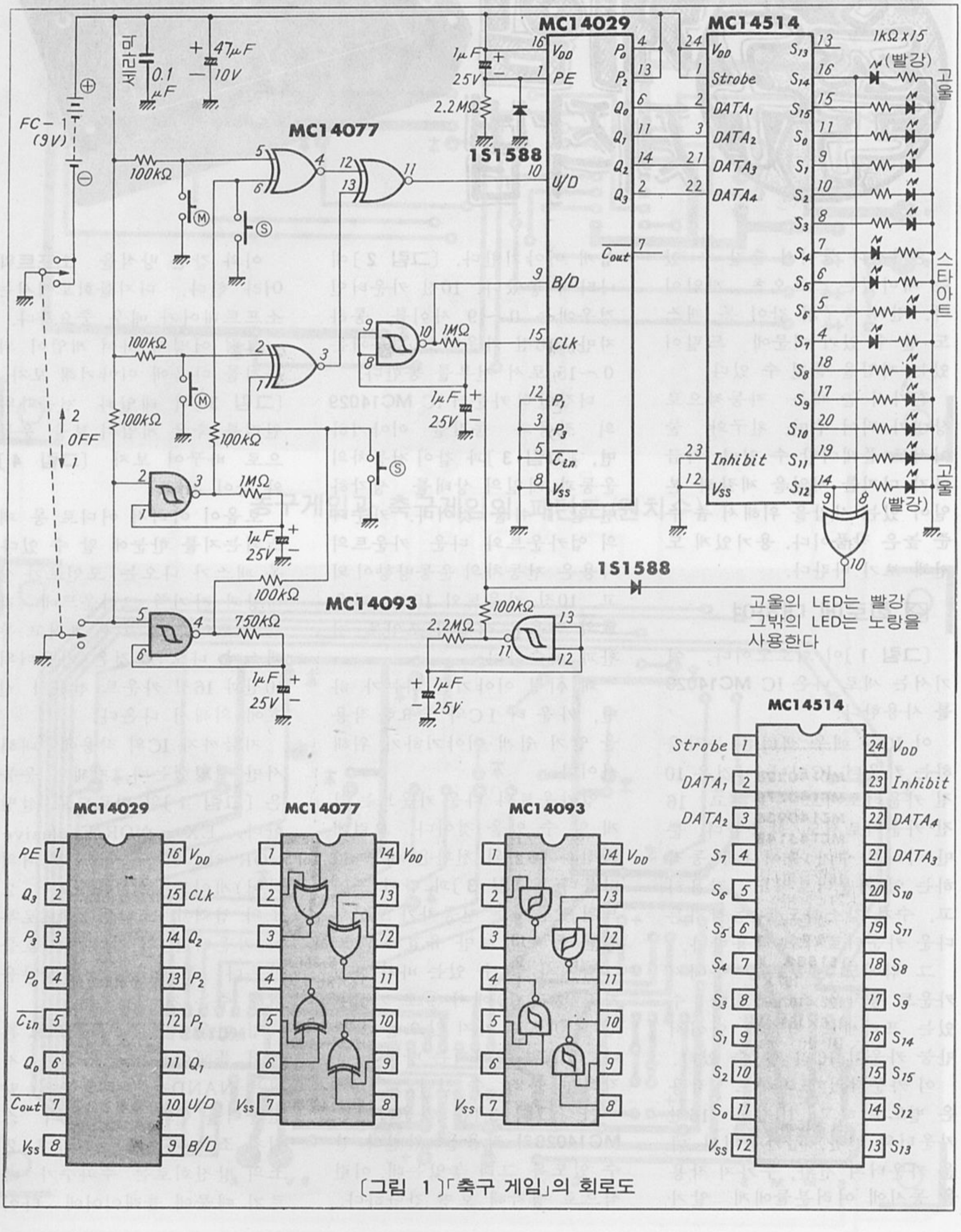
업 다운 신호는 자동으로 혼자서 플레이하는 경우에는, 시미트 NAND게이트 2조의 발진출력을 한쪽 플레이어의 스위치 조작 대신으로 시킨다. 2조의 발진회로는 주파수가 다르기 때문에 플레이어에 타이

밍을 알게 하는 일은 없다.

둘이서 플레이할 경우에는 2조의 발진회로를 스위치로 스톱시키고, 스위치의 조작으로 끼워 넣어 신호를 만든다.

이번에는 롱 패스를 내기 위한 10진과 16진 카운트의 전환인데, 시미트 NAND 게이트의 발진회로 출력을 이용하고 있다. 보올 운동의 기본은 플레이어의 실력이지만, 롱 패스가 나오느냐 나오지 않느냐 하는 것은 회로의 상태, 즉 운이다.

카운터가 10진 카운터의 작용이 되어 있으면 보올은 롱 패스하고, 16진 카운터의 작용이 되어 있으면 각 고울을 향하여 보올이 이동한다. 〔그림 4〕를



〔그림 1〕「축구 게임」의 회로도

보면 알 수 있을 것이다. 또 IC의 사정에 따라 코오너 2개의 조건이 같지 않다.

⑫가 고울이 되어 있는 코오너, 즉 MAIN(매인 채널) 쪽이 롱 패스의 포인트가 ⑭고울 쪽보다 1개 많기 때문에 유리하다. 이것은 혼자서나 둘이서 플레이할 경우에 여러분이 유리하다. 상대방에게는 비밀.

유감스럽지만 간단하게는 같은 조건으로 할 수 없다. 연구하면 같은 조건으로 할 수 있지만 복잡해지기 때문에 그만 두었다.

카운터의 출력은 2진법의 4자리이므로 그것을 디코우더 IC의 **MC14514**로써 16진으로 고치고, 선택된 H(하이)의 출력으로 발광 다이오우드를 점등시켜 보울의 표시로 한다.

보울이 고울인했는지 체크하는 것은 고울 2개의 포인트에 대한 보울을 표시하게 하는 디코우더 IC의 S_{11}과 S_{12}의 출력을 EX-NOR 게이트에서 체크하여, 발진회로의 출력을 L(로우)로 낮추어 카운터를 정지시킴으로써 게임을 끝마치게 한다.

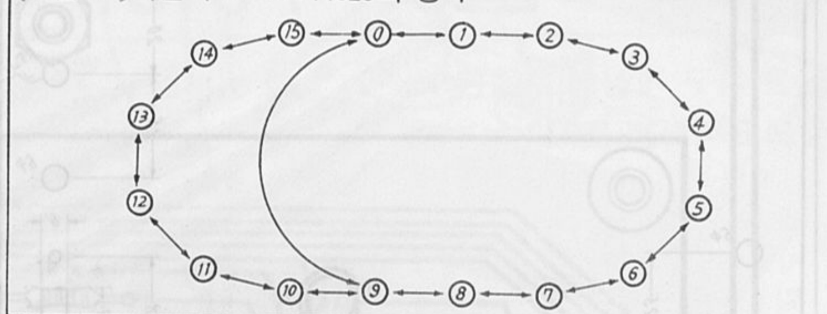
만일 보울이 고울인하면 EX-NOR게이트의 입력이 H와 L의 조합으로 되기 때문에 출력은 L이 되는데, 그 출력으로 다이오우드를 통하여 카운터IC를 위한 클럭 발진회로의 출력을 L레벨로 낮춘다.

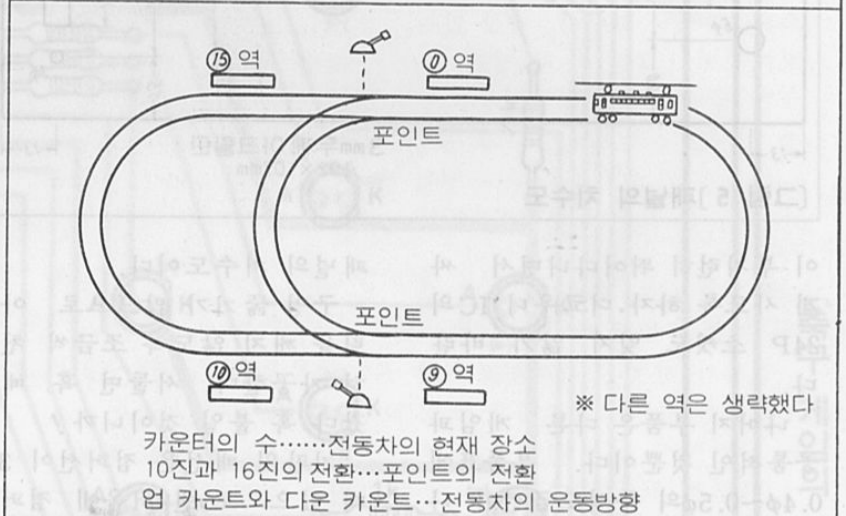
카운터 IC는 게임의 형편상 5부터 카운트를 시작하지만, 여기에는 IC의 프리세트 기능을 이용한다.

전원스위치를ON하는동시에 콘덴서의 충전을이용하여 **MC-14029**의 PE(Preset Enable)를 H 레벨로 높여 프리세트시킨 후 게임을 시작하는 것이다.

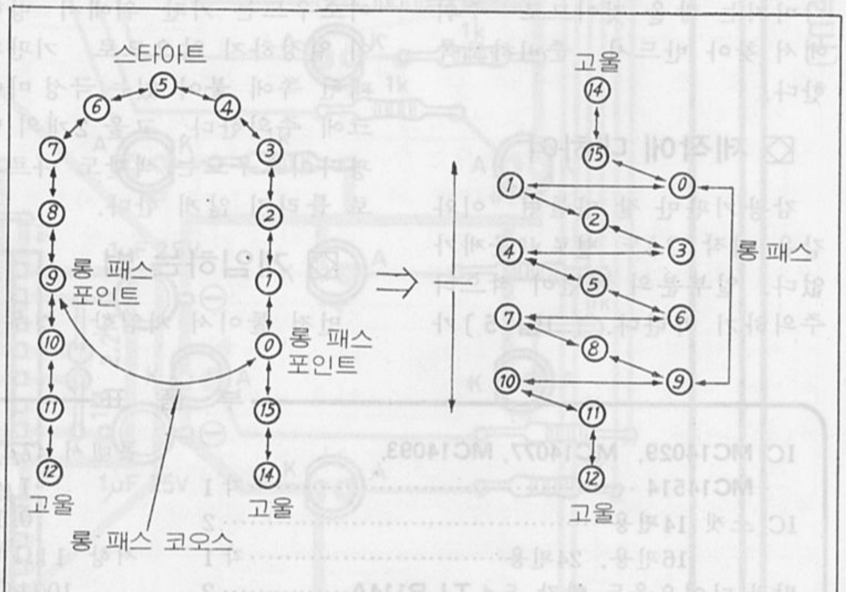
전원 스위치는 게임을 혼자 하느냐, 둘이 하느냐의 전환도 한다.

〔그림 2〕카운터 IC MC14029의 동작





〔그림 3〕카운터와 전동차

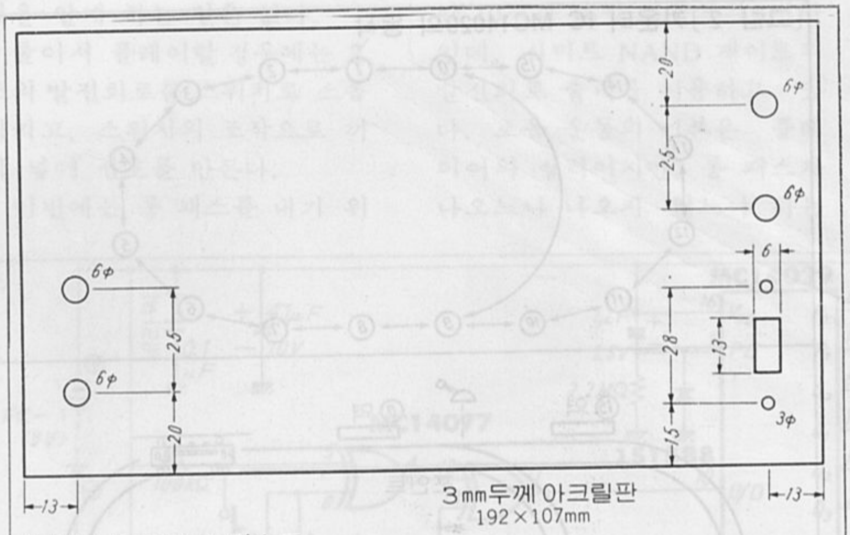


〔그림 4〕보울의 운동 방식

◇ 부품에 대하여

특별한 부품이 두세개 있다. 먼저 6P(중립 OFF)의 슬라이드 스위치인데, 이것은 중앙으로 하면 완전히 OFF가 되는 형이다. 입수할 수 없으면 6P(중립 OFF) 토글 스위치의 소형을 대신 쓰기 바란다. 다만, 고정 구멍은 둥근 구멍이 된다.

다음에는 IC의 **MC14029**인데, 지역의 사정에 따라 구하기가 좀 어려울지도 모른다. 또 이 IC는 디코우더 IC인 **MC14514**와 함께 상점에 따라 약간의 가격차가 있을 것이므로, 여러분



〔그림 5〕패널의 치수도

이 부지런히 뛰어다니면서 싸게 사도록 하자. 디코우더 IC의 24P 소켓도 잊지 않기 바란다.

나머지 부품은 다른 게임과 공통적인 것뿐이다. 부품표에 0.4φ~0.5φ의 주석도금선이 나와 있지만, 부품의 리이드선의 나머지는 짧을 것이므로 주위에서 찾아 반드시 준비하도록 한다.

◇ 제작에 대하여

감광 기판만 잘 만들면 이와 같은 대작(?)도 별로 문제가 없다. 일부분의 패턴이 작으니 주의하기 바란다. 〔그림 5〕가 패널의 치수도이다.

구멍 뚫기가 많으므로 아크릴을 깨지 않도록 조금씩 천천히 가공한다. 서둘면 혹 떼러 갔다 혹 붙일 것이니까!

기판의 배선은 점퍼선이 3군데 있으므로 맨 처음에 점퍼선의 배선부터 시작한다. 발광다이오우드는 기판 위에서 방향이 일정하지 않으므로 기판의 패턴 쪽에 붙어 있는 극성 마아크에 주의한다. 고울 2개의 발광다이오우드는 색깔도 다르므로 틀리지 않게 한다.

◇ 게임하는 법

먼저 둘이서 게임할 경우이다.

전원 스위치를 2쪽으로 ON하면 둘이서 플레이할 수 있다. 보올은 두 사람이 각 2개씩의 스위치를 누르는 방법에 따라 움직이므로 상대방 스위치를 누르는 방법도 연구해야 한다.

상대방 코오너쪽으로 잘 공격해 들어가도 롱 패스가 나와서 자기 고울 앞에 온다든가 하여 당황하게 된다.

혼자서 놀 때는 전원 스위치를 1쪽으로 ON하면, SUB(서브)쪽은 전자회로가 자동적으로 상대가 되어 준다. 이 경우에는 상대방 스위치의 상태를 전혀 알 수 없기 때문에 무서운 상대가 되는 것이다.

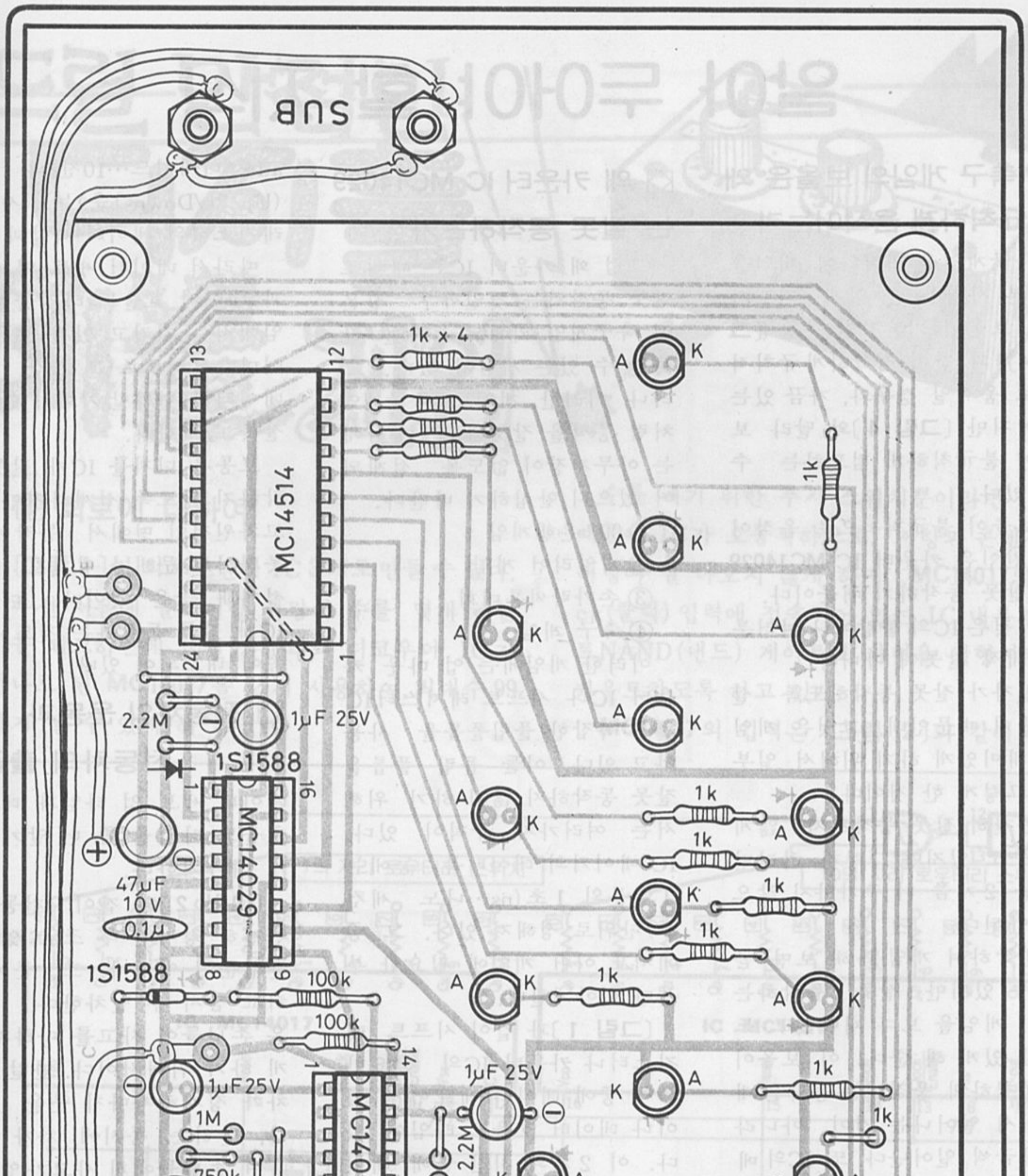
보올이 고울했을 때 전원 스위치를 OFF하면 자동적으로 게임은 리세트된다.

※힌 트

본기는 표시로서 노란색 발광 다이오우드가 13개, 빨강 발광 다이오우드가 2개 사용되었다. 예산이 적은 사람은 15개 모두를 빨간색으로 하면 좀 싸게 먹힐 것이다.

부 품 표

IC MC14029, MC14077, MC14093, MC14514	각 1
IC 소켓 14핀용	2
16핀용, 24핀용	각 1
발광 다이오우드 빨강 5φ TLR114A	2
노랑 5φ TLY114A	13
다이오우드 IS1588	2
플라스틱 케이스 197×112×60mm	1
아크릴판 192×107mm(3밀리 두께)	1
감광기판 1.6×150×100mm, 현상제	각 1
6P 슬라이드 스위치(중립 OFF)	1
미니 푸시 스위치 빨강·검정	각 2
스페이서 길이 15mm(플라스틱) 3φ탭 있는 것	4
L쇠 (대형)	1
건전지 FC-1(9V), 전지스냅	각1
콘덴서 47μF 10V	1
1μF 25V	5
0.1μF 50V(세라믹)	1
저항 1kΩ(갈색-검정-빨강)1/4W5%	15
100kΩ(갈색-검정-노랑)1/4W5%	6
750kΩ(보라-녹색-노랑)1/4W5%	1
1MΩ(갈색-검정-녹색)1/4W5%	2
2.2MΩ(빨강-빨강-녹색)1/4W5%	2
비스 3φ×8(스위치·전지고정쇠 고정용)	3
너트 3φ(스위치·전지고정쇠 고정용)	3
붙박이 1.6φ×3(붙박이 러그)	7
비닐선(좀 가는것 1m짜리×6색)	1세트
주석도금선 0.4~0.5φ	10센티


SUB
1k x 4
1k
MC14514
2.2M
1μF 25V
1S1588
MC14029
47μF 10V
0.1μ
100k
1μF 25V
1M
750k
MC14093
2.2M
1M
MC14077
100k x 4
A K
1
2
MAIN
FC−1

〔축구 게임의 실체도〕

알아 두어야 할 지식

◇ 축구 게임의 보올은 왜 불규칙하게 움직이는가?

축구게임을 제작하여 게임을 해 본 사람은 곧 알게 되겠지만, 보올이 기본적인 운동 (〔그림 4〕) 과 같이 정확하게 규칙적으로 움직일 경우와, 가끔 있는 일이지만 〔그림 4〕와 달라 보올이 불규칙하게 점프하는 수가 있다.

보올이 불규칙적으로 움직이는 원인은 카운터 IC MC14029가 잘못 동작하기 때문이다.

이것은 IC의 불량이나 여러분의 제작 잘못이 아니다.

필자가 잘못 동작하도록 설계했기 때문인데, 그것은 게임을 재미있게 하기 위해서 일부러 그렇게 한 것이다.

완전히 잘못 동작하지 않게 할 수도 있지만 그렇게 하려면 IC를 2개쯤 더 추가하지 않으면 안된다.

제작하여 게임을 해 보면 곧 알 수 있지만, 잘못 동작하는 것이 게임을 보다 재미있고 드릴감 있게 해 준다. 이 보올이 불규칙하게 움직이는 동작은 계속해서 일어나는 것이 아니라 이따금씩 일어난다. 또 IC의 메이커에 따라 일어나도 방식도 조금씩 다를 것이다.

그렇기 때문에 잘못 동작해도 괜찮다고 생각하기 바란다.

◇ 왜 카운터 IC MC14029는 잘못 동작하는가?

그럼 왜 카운터 IC는 때때로 잘못 동작하는 것일까? 실은 이 축구게임 외에도 동작을 잘못할 수 있는 게임이 있다. 그러나 이러한 게임도 축구게임처럼 동작을 잘못해도 게임에는 아무지장이 없도록 설계되어 있으니 안심하기 바란다.

① 007 은행게임
② 에일리언 게임
③ 손가락씨름대회
④ 축구 게임

이러한 게임에는 업 다운 카운터 IC나 시프트 레지스터IC 같은 복잡한 플립플롭을 사용하고 있다. 이들 플립 플롭을 잘못 동작하지 않게 하기 위해서는 여러가지 규칙이 있다. IC 메이커의 데이터북 등에는 1억분의 1초(ns…나노 세컨드) 단위로 정해져 있다. 그 중에서도 이번 게임에 필요한 부분만 이야기한다.

〔그림 1〕과 같이 시프트 레지스터나 카운터 IC의 중요한 규칙 중에 데이터 세트업 타임이나 데이터 호울드 타임이 있다. 이 2개의 시간 중에 데이터를 변화시켜서는 안된다.

이번 축구게임의 경우, 카운터 IC MC14029 같으면 B/D (Binary 바이너리…16진/Decade 디케이드…10진)나 U/D (Up 업/Down다운)는 시프트 레지스터의 데이터 역할과 같다

따라서 데이터 세트 업 타임과 데이터 호울드 타임을 이 게임에서는 지키고 있지 않은 것이다. 그러므로 그 시간 내에 데이터가 변화할 기회가 있어서 잘못 동작한다.

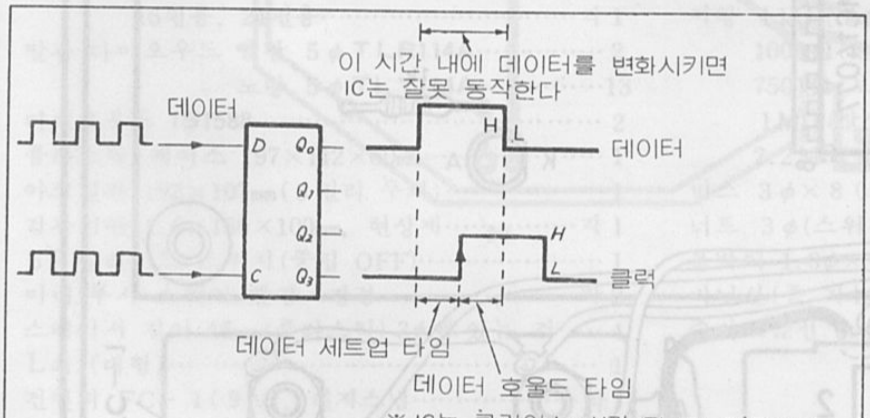
보통은 디지를 IC가 잘못 동작하지 않도록 설계하지만, 더 고차원적인 면에서 동작이 잘못되어도 문제가 생기지 않게 설계해 놓은 것이다. 디지틀 IC가 잘못 동작하는 것도 게임속에 내포되어 있다.

◇ 전동차의 운동과 전동차의 출입문

데이터 세트 업 타임과 데이터 호울드 타임을 좀 더 알기 쉽게 이야기한다.

〔그림 2〕와 같이 전동차가 완전히 정지한 후 조금 있다가 출입문이 열린다. 또, 문이 닫히고 잠시 후 발차한다. 이것은 손님들이 사고를 당하지 않게 하기 위해서이다. 만일 전동차가 정지하자마자 문을 열거나, 닫히는 동시에 차가 떠난다면 손님들에게 사고가 일어나기 쉽다.

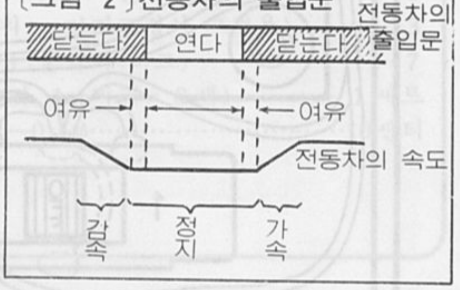
이 여유 시간이 안전을 위해서는 필요한 것이다. 손님들은 디지틀 IC의 데이터와 같다. IC에 데이터를 정확하게 전하기 위해서 필요한 최소의 여유 시간이 데이터 세트 업 타임과 데이터 호울드 타임인 것이다.



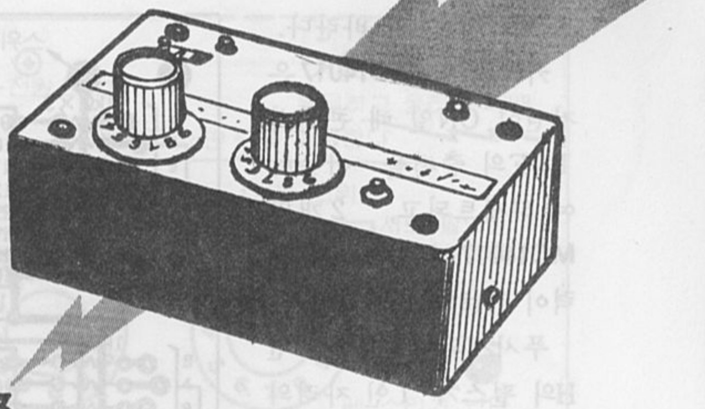
※ IC는 클럭이 L→H가 될 때 작용한다

〔그림 1〕플립 플롭의 타이밍

〔그림 2〕전동차의 출입문



드릴 만점인 디지틀 더블 게임



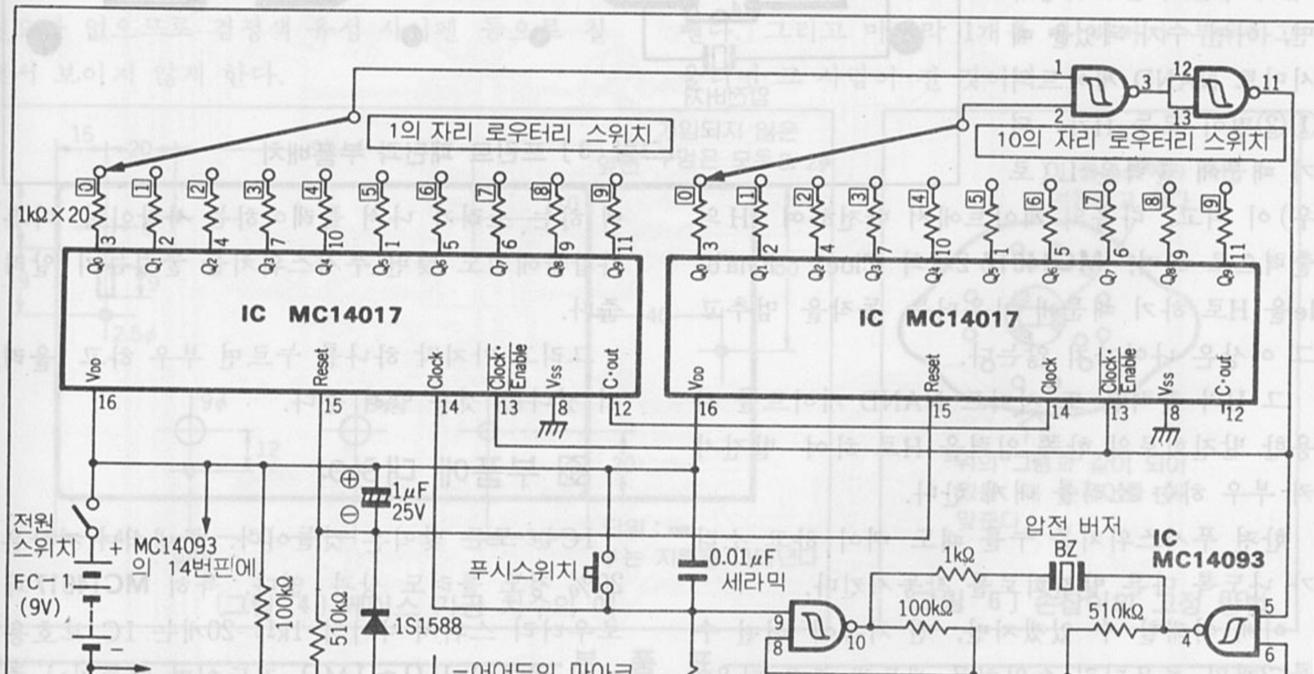
◎ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 회로도인데 IC 3개로 만들수 있다.

우선 처음에 플레이할 사람이 수를 몇개 빼는가를 체크하는데 10진 카운터와 디코우더 IC가 하나로 된 MC14017을 2개 사용하여, 최대수 99까지 셀 수 있게 해 놓았다.

수를 빼기 위한 푸시 스위치뿐이라면 채터링 때문에 IC가 오동작하므로, 저항과 콘덴서로 채터링이 잘 나오지 않게 하며, MC14017의 Clock(클럭) 입력에 접속되어 있는 IC 내부의 시미트NAND(낸드) 게이트로 파형을 정형시킨 다음 카운트하도록 하고 있다.

MC14017의 입력은 〔그림 2〕와 같이 되어 있

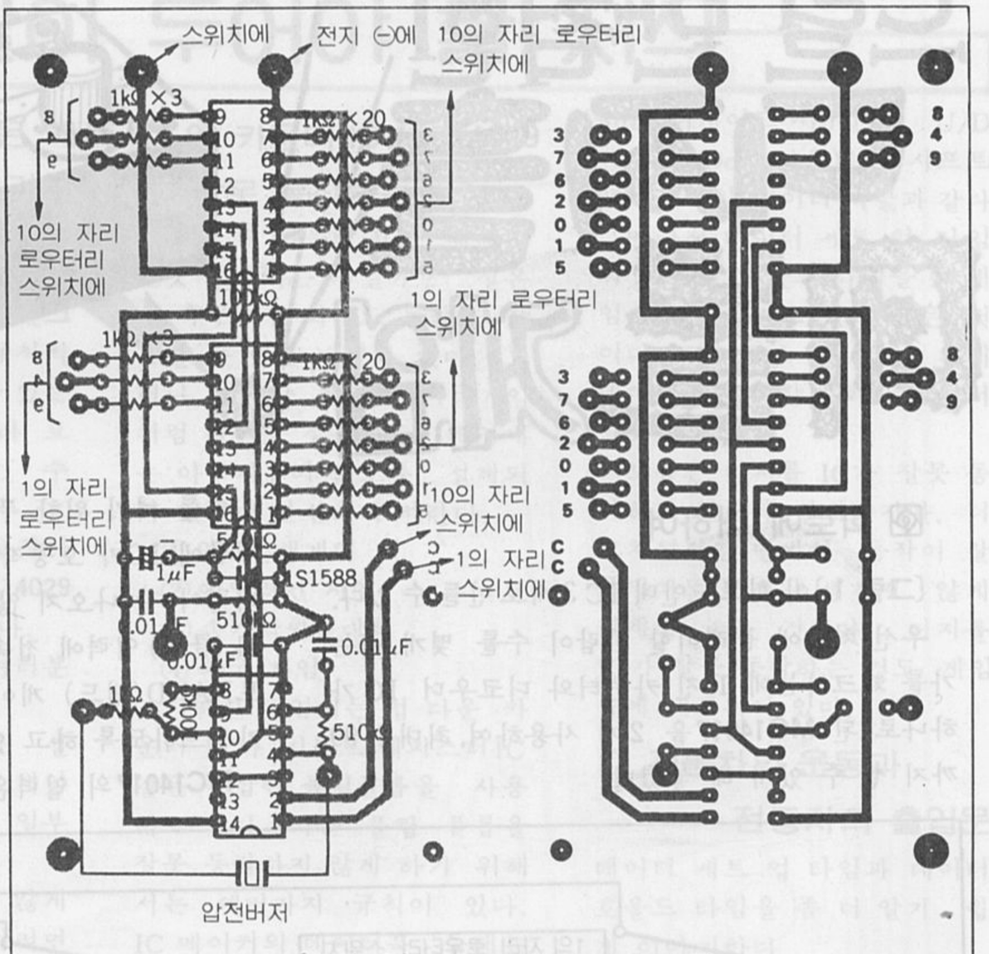


〔그림 1〕 본기의 회로도

으므로 잘 보기 바란다.

카운터의 MC14017은 전원이 ON일 때 콘덴서 1μF의 충전을 이용하여 리세트되고, 2개의 MC14017이 함께 Q_0 출력이 H(하이)로 된다.

푸시스위치를 누르면 H의 펄스가 1인 자리의 MC14017에 클럭 신호로서 가해져 수가 하나 붓는다. 1자리의 MC14017이 최대가 되면 다음의 10자리의 MC14017에 가해져서, 최대수로서 99까지 셀 수 있다.



〔그림 3〕프린트 패턴과 부품배치

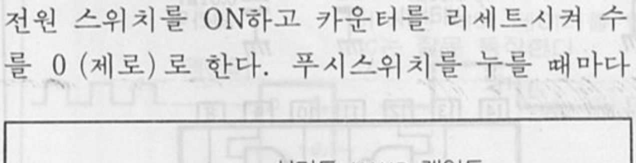
그런데 로우터리 스위치로 어떤 수를 지정하면, 어떤 수가 되었을 때 시미트 NAND 게이트의 ①②핀이 모두 H가 되기 때문에 출력은 L(로우)이 되고, 다음의 게이트에서 반전하여 H의 출력으로 하며, MC14017 2개의 Clock · Enable을 H로 하기 때문에 카운터는 동작을 멈추고 그 이상은 나아가지 않는다.

그 H의 출력은 또 시미트 NAND 게이트를 사용한 발진회로의 한쪽 입력을 H로 하여 발진시켜 부우 하는 소리를 내게 한다.

한편 푸시스위치를 누를 때도 삐이 하고 소리가 나도록 다른 발진회로를 작동시킨다.

이제 이해할 수 있겠지만, 맨 처음에 어떤 수를 2개의 로우터리 스위치로 세트해 놓은 다음, 전원 스위치를 ON하고 카운터를 리세트시켜 수를 0(제로)로 한다. 푸시스위치를 누를 때마다 삑 하는 소리가 나서 플레이하는 사람이나 다른 사람들에게도 몇번 푸시스위치를 눌렀는지 알려 준다.

그리고 마지막 하나를 누르면 부우 하고 울려서 졌다는 것을 알려 준다.



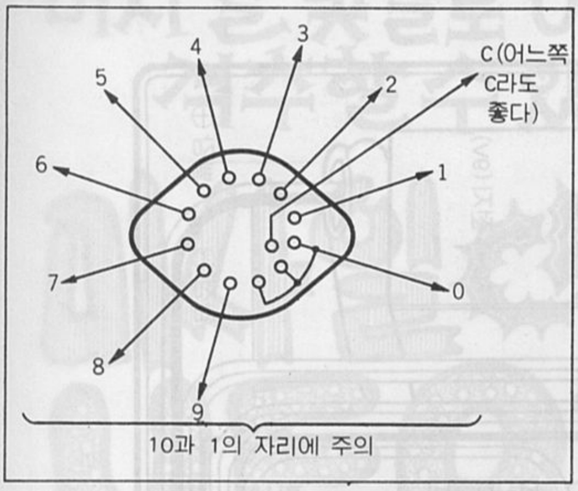
〔그림 2〕MC14017의 Clock 입력

◈ 부품에 대하여

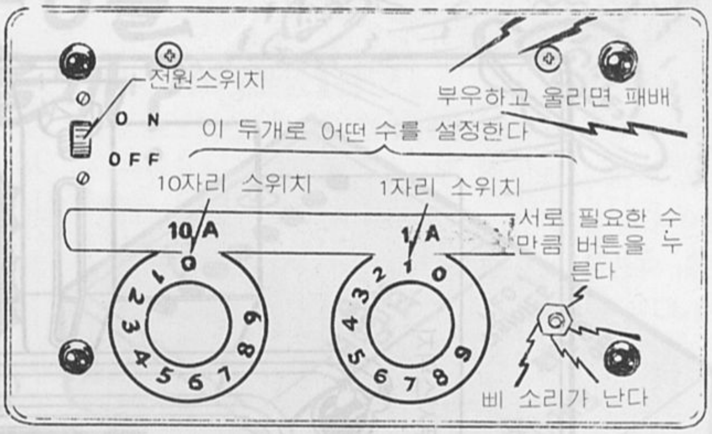
IC는 모든 낯익은 것들이다. 콘덴서나 저항은 20% 정도 틀려도 상관 없다. 특히 MC14017과 로우터리 스위치 사이의 1kΩ 20개는 IC 보호용이기 때문에 1kΩ~1MΩ 정도이면 아무거나 좋고, 하나 하나가 다른 값을 가진 것이라도 좋다. 1kΩ ~ 1MΩ의 저항이 붙어 있기만 하면 된다. 전원의 전지도 3V~9V 정도까지 몇V라도 좋다.

◈ 제작에 대하여

먼저 〔그림 3〕과 같이 프린트 기판부터 제작한다. 필자는 언제나 감광기판으로 제작하고 있다. 다음에는 〔그림 4〕와 같이 플라스틱 케이스의 구멍을 뚫는다. 여기서는 패널 쪽을 그대



〔그림 5〕 로우터리 스위치 단자의 접속법



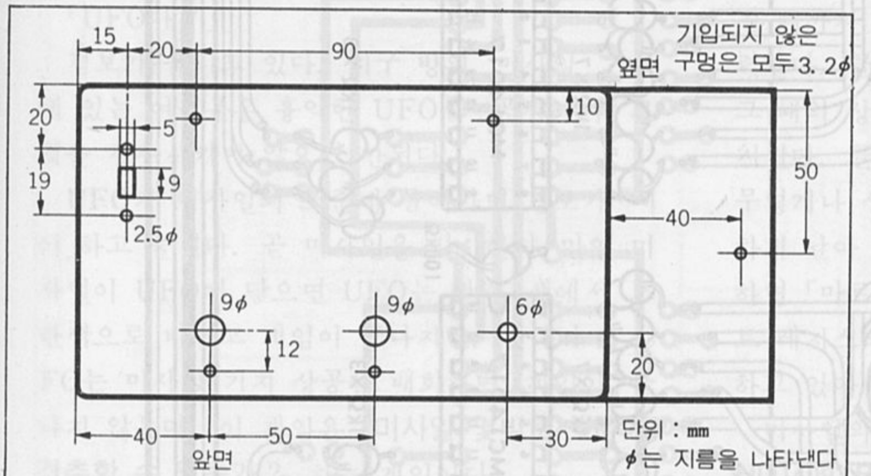
〔사진 1〕 본기의 상부 패널

로 쓰고, 본체쪽에 구멍을 뚫었다. 기판위의 부품은 의외로 적어서 괜찮지만, 기판과 로우터리 스위치 사이가 문제다. 〔그림 5〕를 참고하여 비닐선으로 색깔을 구분하면서 배선한다.

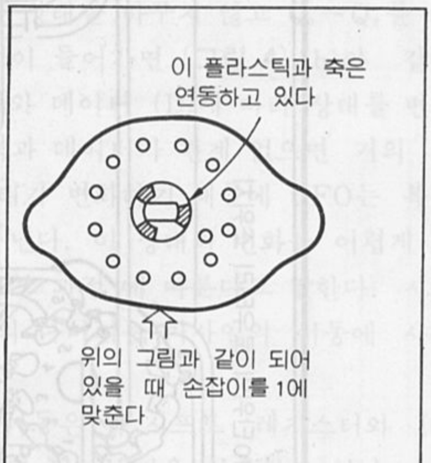
로우터리 스위치에 손잡이를 붙일 때는 〔그림 6〕과 같이 맞추면 된다. 손잡이에 10의 숫자는 필요가 없으므로 검정색 유성 사이펜 등으로 칠해서 보이지 않게 한다.

⊛ 가지고 노는 법

먼저 전체의 수(매치수)를 로우터리 스위치로 결정한다. 다음에는 한 사람이 1회에 몇개까지 뺄 수 있는지 우선 정한다. 그리고 전원 스위치를 ON한다. 순번을 정하여 플레이어는 교대로 자기가 생각한 수만큼 푸시스위치를 눌러 수를 뺀다. 그리고 마지막 1개를 뺄 때 버저가 부우하고 울리면 그 사람이 진 것이다.



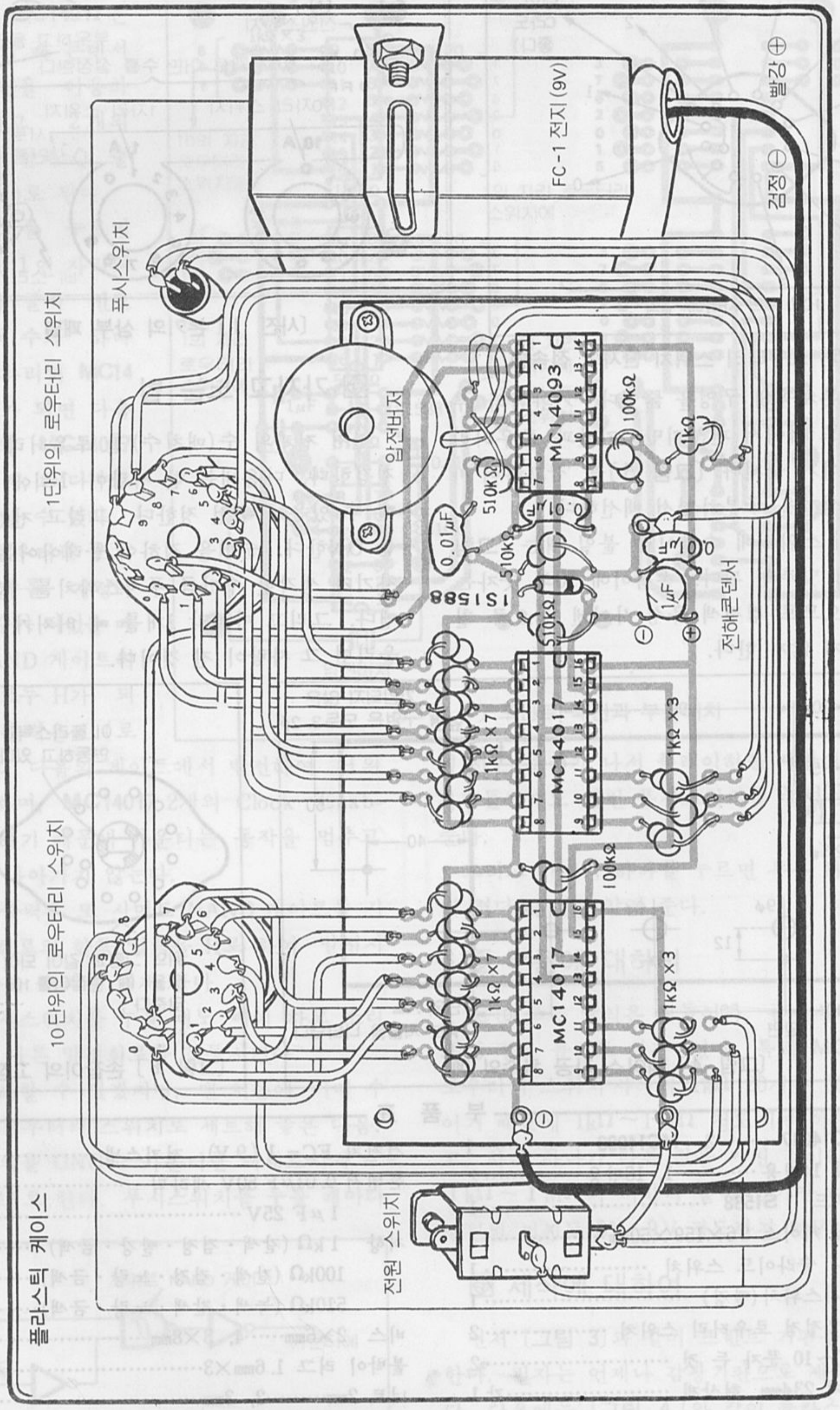
〔그림 4〕 케이스 가공 치수의 예



〔그림 6〕 손잡이의 고정 방법

부 품 표

- IC MC14017………2, MC14093 ……………… 1
- IC 소켓 14핀용…………1, 16핀용 …………… 2
- 다이오우드 1S1588 ……………………………… 1
- 플라스틱 케이스 96×159×50㎜ ………………… 1
- 3P 미니 슬라이드 스위치 ……………………… 1
- 미니 푸시스위치(빨강) ………………………… 1
- 2회로 2접점 로우터리 스위치 ………………… 2
- 손잡이 0~10 문자 든 것 ……………………… 2
- 압전 버저 23ϕ㎜, 현상제 ……………………각 1
- 감광기판 1.6×75×100㎜, L쇠(대) ………각 1
- 스페이서 10㎜(나사 있는 것) ………………… 2
- 건전지 FC-1(9V), 전지스냅 ……………각 1
- 콘덴서 0.01μF 50V 세라믹 ………………………… 3
- 1μF 25V ……………………………………… 1
- 저항 1kΩ (갈색·검정·빨강·금색) ……………21
- 100kΩ (갈색·검정·노랑·금색) ……… 2
- 510kΩ (녹색·갈색·노랑·금색) ……… 3
- 비스 2×6㎜……4, 3×8㎜ ……………………… 1
- 붙박이 러그 1.6㎜×3……………………………… 3
- 너트 2㎜………2, 3㎜………………………………… 1
- 비닐선(좀 가는 것 1m×6색) …………… 1세트



디지틀 데블게임기의 실체배선도

미사일 몇발로 UFO를 격추할 수 있을까?

미사일 대 UFO 게임기





UFO가 복잡한 작용을 하는「미사일 대 UFO 게임」을 소개한다.

◎ 어떤 게임일까?

「UFO다!」

경보가 울리고 있다. 지구 방위 미사일 기지에 있는 여러분은 흉악한 UFO를 공격하여 그것을 격추시키지 않으면 안된다.

UFO가 미사일의 조준에 들어가면 경보가「삐이」하고 울린다. 곧 미사일을 발사한다. 만일 미사일이 UFO에 닿으면 UFO는 빨간 색에서 노란색으로 바뀌고 게임이 끝나지만, 빗나가면 UFO는 미사일 기지 상공을 배회하며 게임이 끝나지 않는다. 이 게임은「미사일 몇발로 UFO를 격추할 수 있는가?」하는 게임이다.

◎ 회로의 구조

〔그림 1〕의 회로도이다. IC는 모두 3개이다. 그 중에서 IC_1은 **HD14028BP**라는 IC이고 BCD-10진/2진-8진 디코우더라는 회로가 들어 있다. 〔그림 2〕에 이 IC의 입력과 출력의 관계를 나타냈다. 여기서는 3비트 2진을 입력하여 8진 출력으로 **TLR103**, **LP3JC**(빨강)를 하나씩 점등시켜 UFO의 작동으로 하고 있다. 그 밖에 C-MOS IC의 디코우더 IC를 참고하여 〔그림 3〕에 나타냈다.

IC_1에 의하여 3비트 2진 입력을 10진으로 변환시킬 수 있는 입력은 IC_2 **HD14015BP**(1/2)로 하고 있다. 〔그림 4〕에 복잡하게 UFO를 작동시키기 위한 시프트 레지스터의 회로와 그 구조를 나타냈다. 시프트 레지스터는 클럭이 입력될 때까지 이 상태를 바꾸지 않고 Q_0～Q_2를 출력한다. 클럭이 들어가면 〔그림 4〕(b)와 같이 그 때의 상태와 데이터 (D)에 따라 상태를 변화시킨다. 클럭과 데이터가 관계 없으면 거의 아무렇게나 상태가 변화하기 때문에 UFO는 복잡하게 날아 다닌다. 이 상태의 변화를 어렵게 말하면「마르코브 과정」에 따른다고 말한다. 시프트 레지스터의 나머지는 미사일의 이동에 사용하고 있다.

미사일의 이동은 이 시프트 레지스터와 IC_3 **HD14093BP**의 11～13핀을 사용하고 있다. 미사일 발사 스위치를 누르면 IC_3의 12핀이「1」이 되기 때문에 발진을 개시한다. 그러면 데이터가「1」이므로 Q_0가「1」이 되고 IC_3의 12핀을 10kΩ을 통하여「1」로 하기 때문에 미사일 발사 스위치는 한번 누르면 발광 다이오우드 **TLG103**을 차례로 점등시킨다. **LP3JC**는 마지막에 점등시키며, 다음의 클럭으로 Q_3에서 리세트를 걸어 미사일을 대기시킨다.

◎ 부품에 대하여

카세트 케이스 속에 짜 넣어 보기로 하여, 될 수 있는대로 소형의 부품을 모은다. 특히 저항

은 1/4W형이지만 길이가 6㎜ 정도의 소형인 것을 택하기 바란다. 구형의 1/4W형은 크기 때문에 프린트 기판에 들어가지 않는다.

IC는 같은 번호의 동등품이면 어느 메이커의 것이라도 쓸 수 있다. 입수하기 쉬운 메이커의 것을 택하기 바란다. LED는 **TLR(G)103**과 **LP3JC**를 사용했다. LP3JC를 구하지 못하면, 캐도우드 코먼형의 2색 LED로서 다리의 배치가 같은 것을 사용하면 좋을 것이다. 될 수 있는대로 밝은 것을 찾아 보기 바란다.

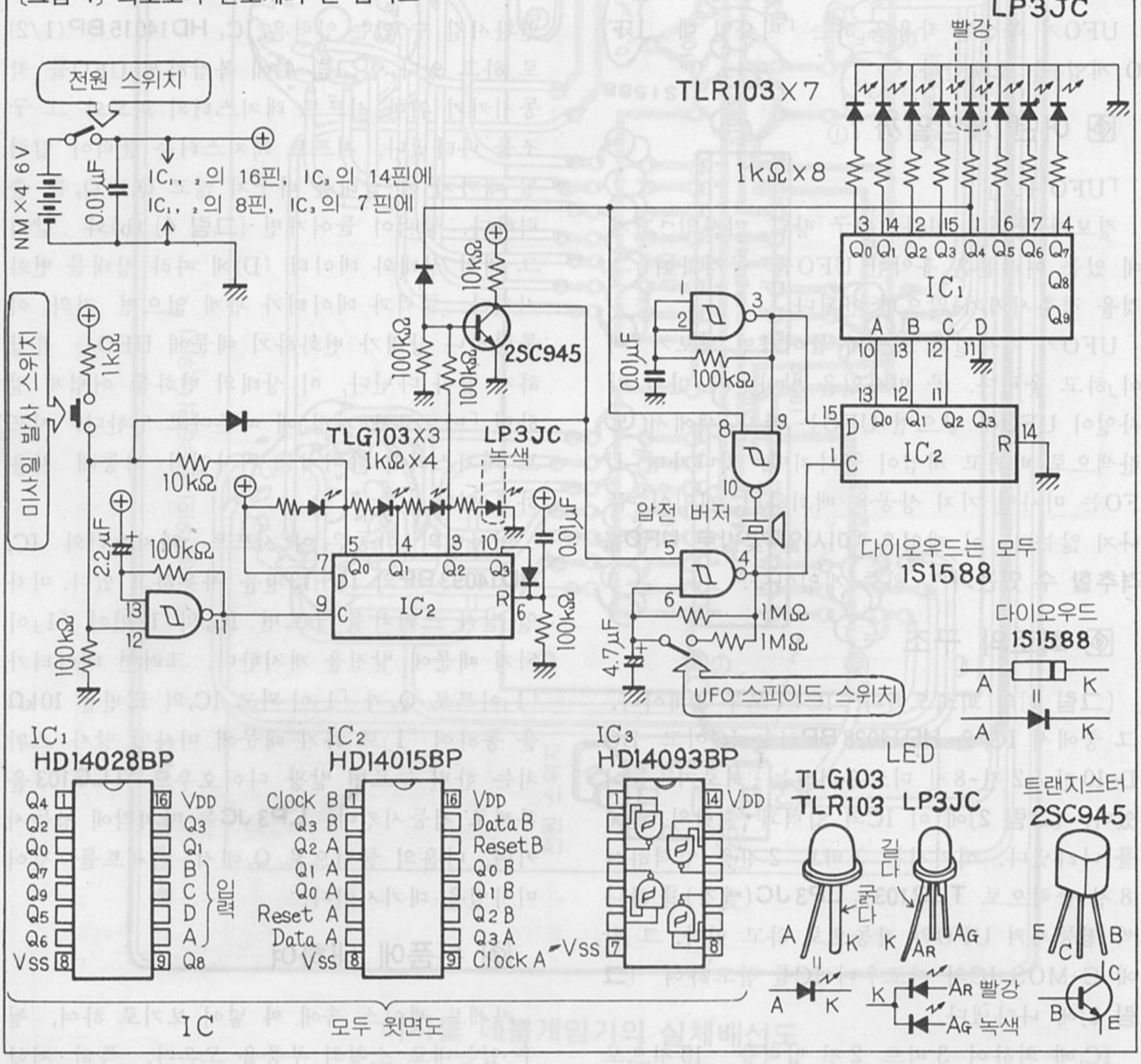
압전 버저는 지름 24㎜의 케이스 있는 것으로서 발진기가 붙어 있지 않은 것이다. 스위치는 푸시 SW와 슬라이드 SW는 3P의 초소형을 사용한다.

◎ 제작하자

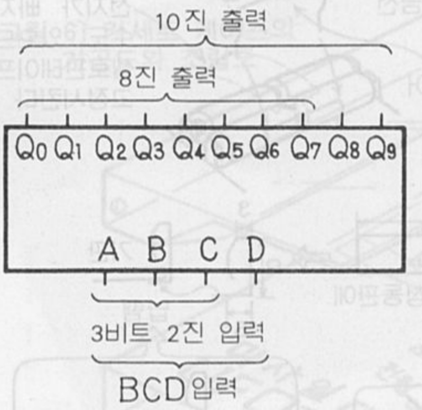
패턴도가 원치수로 실려 있으므로 제2원도에서 복사하여 감광기판을 사용하여 프린트기판을 만든다. 제2원도에서 패턴이 얇게 되면 유성 매직으로 칠해 버린다.

배선은 전지 박스, 스위치, 압전 버저 등 모두 기판 위에 실린다. 〔그림 5〕의 공작상의 주의를 잘 보고 정성 들여 납땜을 한다. 기판 위에 싣는 부품의 높이를 1㎝ 이하로 하고 IC의 다리도 납땜을 한 다음, 기판의 밑에서 상당히 삐져 나오기 때문에 잊지 말고 밑뿌리부터 잘라 버린다. 전지 박스는 자신이 동판 등을 사용하여 만든다. 작은 라디오펜치로 차근차근 만들어

〔그림 1〕 회로도와 반도체의 핀 접속도



〔그림 2〕 BCD-10진 / 2진-8진 디코우더



입력 D	입력 C	입력 B	입력 A	Q_9	Q_8	Q_7	Q_6	Q_5	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	모두 0									
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										

(첫 8행: 3비트 2진 입력 / 첫 10행: BCD 입력)

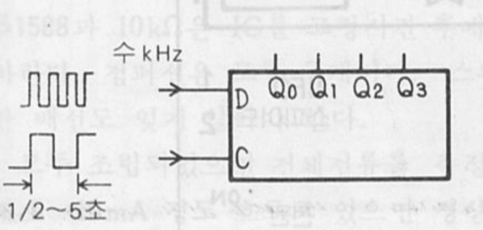
입력에 이를테면 D=「0」, C=「1」, S=「0」, A=「1」, 즉 2진으로 「0101」 10진으로 「5」가 입력되면 출력은 「5」를 의미한다. Q_5가 「1」이 되고, 이와 같은 작동을 「디코우드」라 한다. 본기에서는 3비트 2진-8진을 디코우드시키기 때문에 입력 D는 어어드(「0」)에 접속하고, Q_8, Q_9는 아무것도 접속하지 않는다

〔그림 3〕 C-MOS 디코우더 IC

IC		출력
14028	BCD-10진 / 2진(3비트)-8진	「1」이 출력 다른 것은 「0」
14514	2진(4비트)-16진(래치 있음)	「1」이 출력 다른 것은 「0」
14515	〃	「0」이 출력 다른 것은 「1」
14555	2진(2비트)-4진 ×2회로	「1」이 출력 다른 것은 「0」
14556	〃	「0」이 출력 다른 것은 「1」

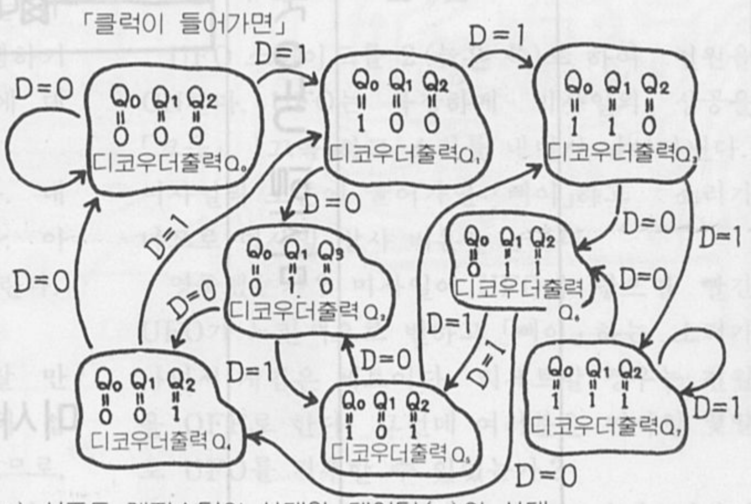
MC 14×××B도 HD14×××B 등도 회로는 같다.
메이커가 다를 뿐이다.

〔그림 4〕 시프트 레지스터 회로



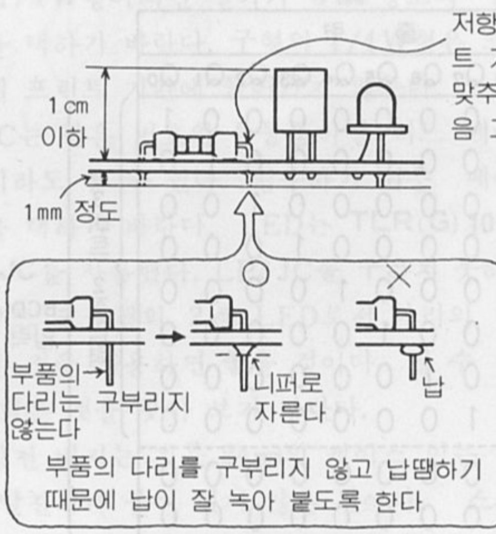
데이터(D)와 클력(C)과 관계가 없으면 규칙적이 아닌 출력을 얻을 수 있다. 3비트만 출력하면 되므로 Q_3는 아무것도 접속하지 않는다

a) 시프트 레지스터로 출력을 복잡한 작동으로 한다

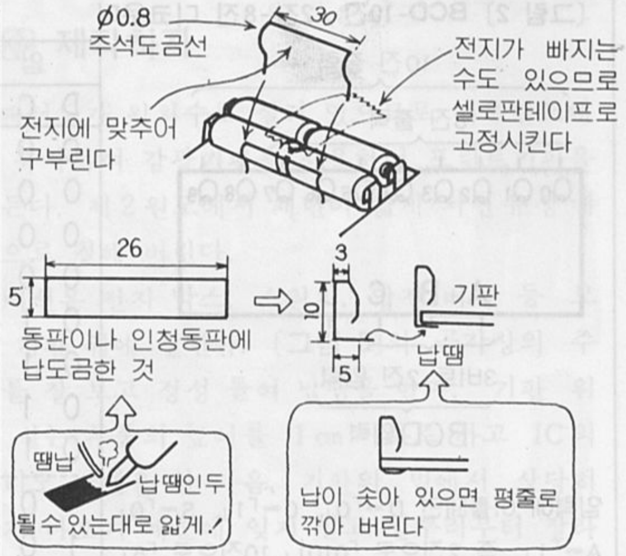


b) 시프트 레지스터의 상태와 데이터(D)의 상태

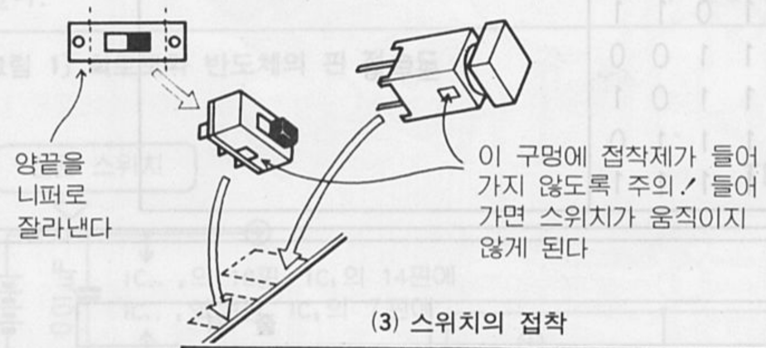
〔그림 5〕 각부의 공작 주의



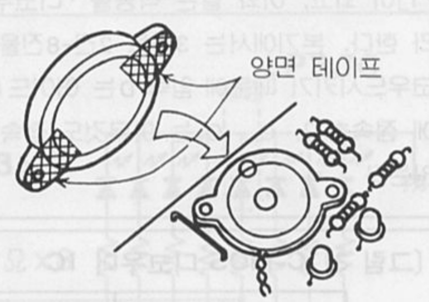
(1) 부품의 높이와 납땜상의 주의



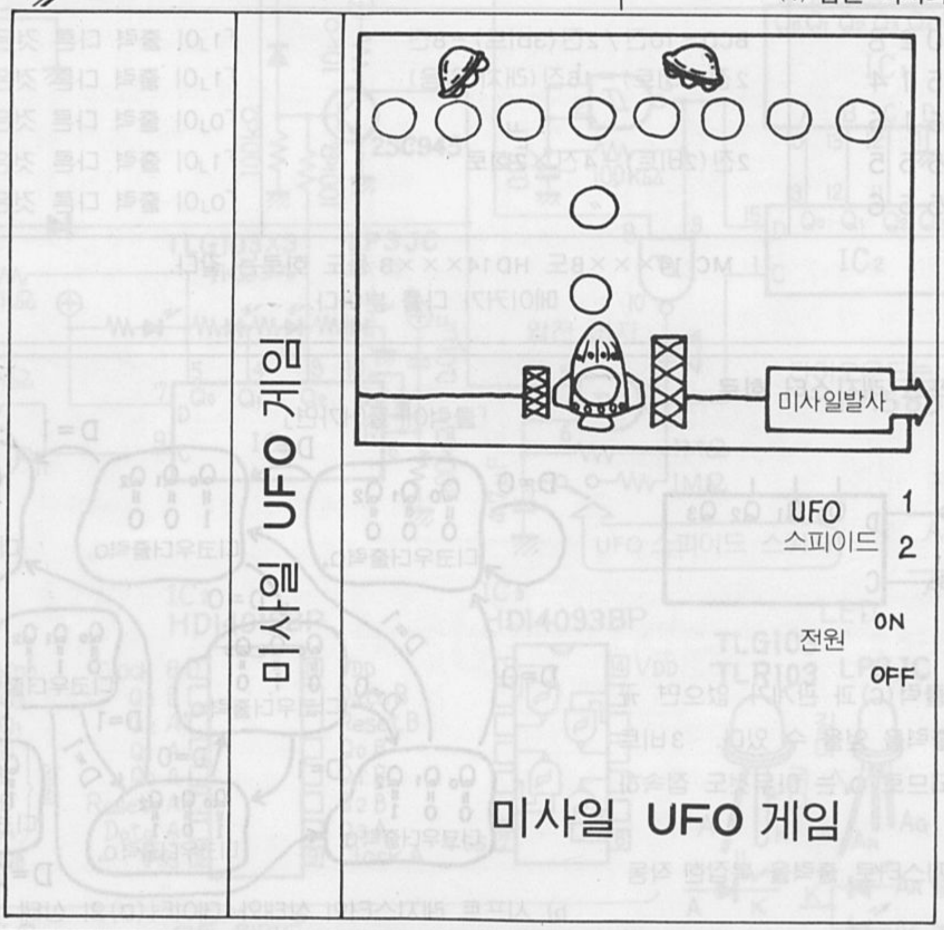
(2) 전지 지지부의 가공도

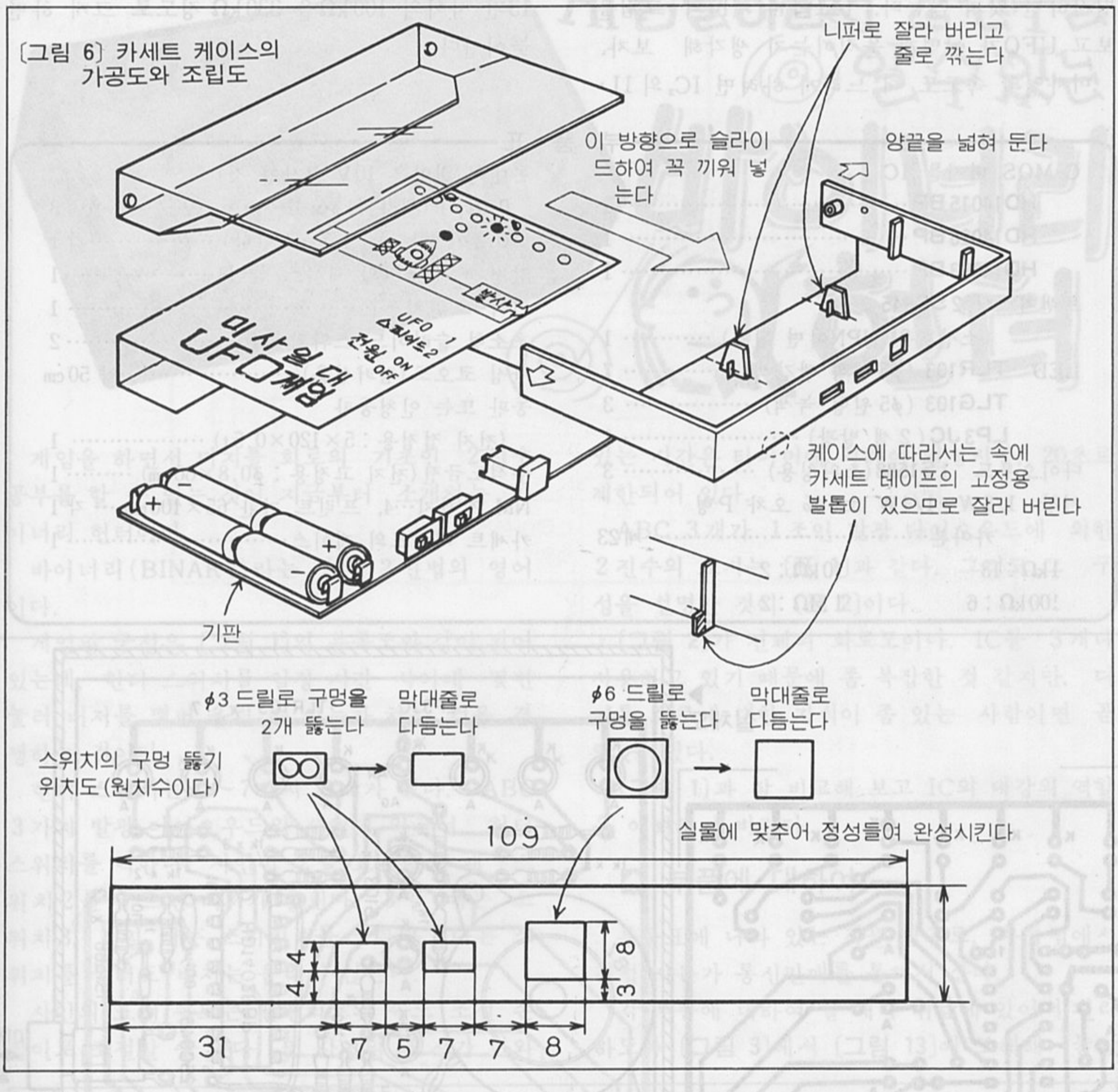


(3) 스위치의 접착



(4) 압전 버저의 접착





〔그림 6〕 카세트 케이스의 가공도와 조립도

나간다.

HD14015 BP와 **HD14093 BP** 사이에 있는 1 **S1588**과 10kΩ은 IC를 고정시킨 후에 납땜하기 바란다. 점퍼선은 모두 7개이다. 스위치에 대한 배선도 잊지 않아야 한다.

모두 조립되었으면 전체전류를 측정한다. 대개 5~10mA 정도 흐르고 있으면 정상이다. 아주 다른 경우에는 배선을 조사해 보기 바란다. 패턴이 납으로 단락되어 있지 않은지?

케이스는 〔그림 6〕을 참고하여 천천히 잘 만든다. 스위치의 구멍 뚫기 그림은 스위치의 접착 위치에 따라 다소 달라지는 수가 있으므로, 실물과 비교하면서 케이스를 깨지 않도록 천천히 잘 만든다.

◎ 가지고 노는 법

UFO 스피이드를 2(늦은 쪽)로 하여 전원을 ON한다. UFO는 복잡하게 미사일의 상공을 「끄윽」 「끄윽」하고 소리를 내면서 날아다닌다. 미사일의 조준에 들어가면 「삐이」하고 소리가 나므로 미사일 발사 버튼을 누른다.

명중했는가? 미사일이 UFO에 닿으면 빨간 UFO가 노란색으로 변하고 「삐이」하는 소리가 나면서 게임은 세트이다. 리세트할 경우는 전원을 OFF로 한다. 그런데 여러분은 미사일 몇발로 UFO를 격추할 수 있었는가?

UFO 스피이드를 1(빠른 쪽)로 하면 미사일의 조준에 들어가서 「삐이」하는 소리가 난 후에

발사하면 맞지 않는다. 〔그림 4〕 (b)의 그림을 보고 UFO가 어떻게 움직이는지 생각해 보자.

미사일의 속도도 더 느리게 하려면 IC_3의 11·13핀 사이의 100kΩ을 330kΩ 정도로 크게 하면 늦어진다.

부 품 표

C-MOS 디지틀 IC
- HD14015BP ········ 1
- HD14028BP ········ 1
- HD14093BP ········ 1

트랜지스터 2SC945
- (소신호용 NPN이면 된다) ········ 1

LED
- TLR103 (φ5 원형 빨간색) ········ 7
- TLG103 (φ5 원형 녹색) ········ 3
- LP3JC (2색 발광) ········ 1

다이오우드 1S1588 (스위칭용) ········ 3

저항 1/8W~1/4W ±5% 오차 P형
- 카아본 ········ 계23
- 1kΩ : 13　　10kΩ : 2
- 100kΩ : 6　　1MΩ : 2

콘덴서 (내압은 10V 이상인 것)
- 0.01μF (세라믹) ········ 3
- 2.2μF (탄탈), 4.7μF (탄탈) ········ 각1

압전 버저 (φ24의 케이스 들이) ········ 1

키이 스위치 ········ 1

초소형 슬라이드 스위치 3P ········ 2

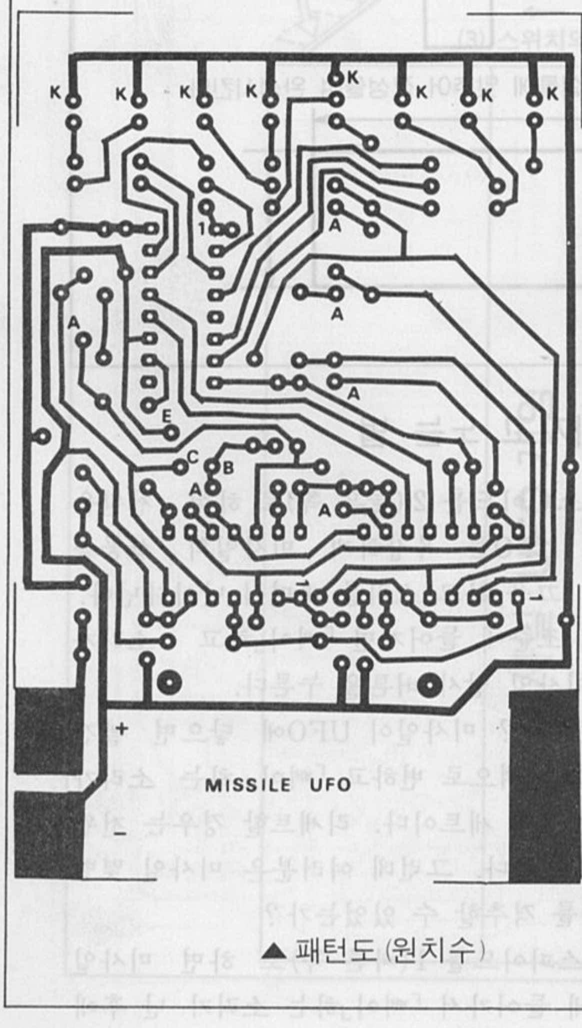
단심 코오드 (점퍼선용) ········ 약 50cm

동판 또는 인청동판
- (전지 접점용 : 5×120×0.5t) ········ 1

주석도금선 (전지 고정용 : φ0.8×60mm) ········ 1

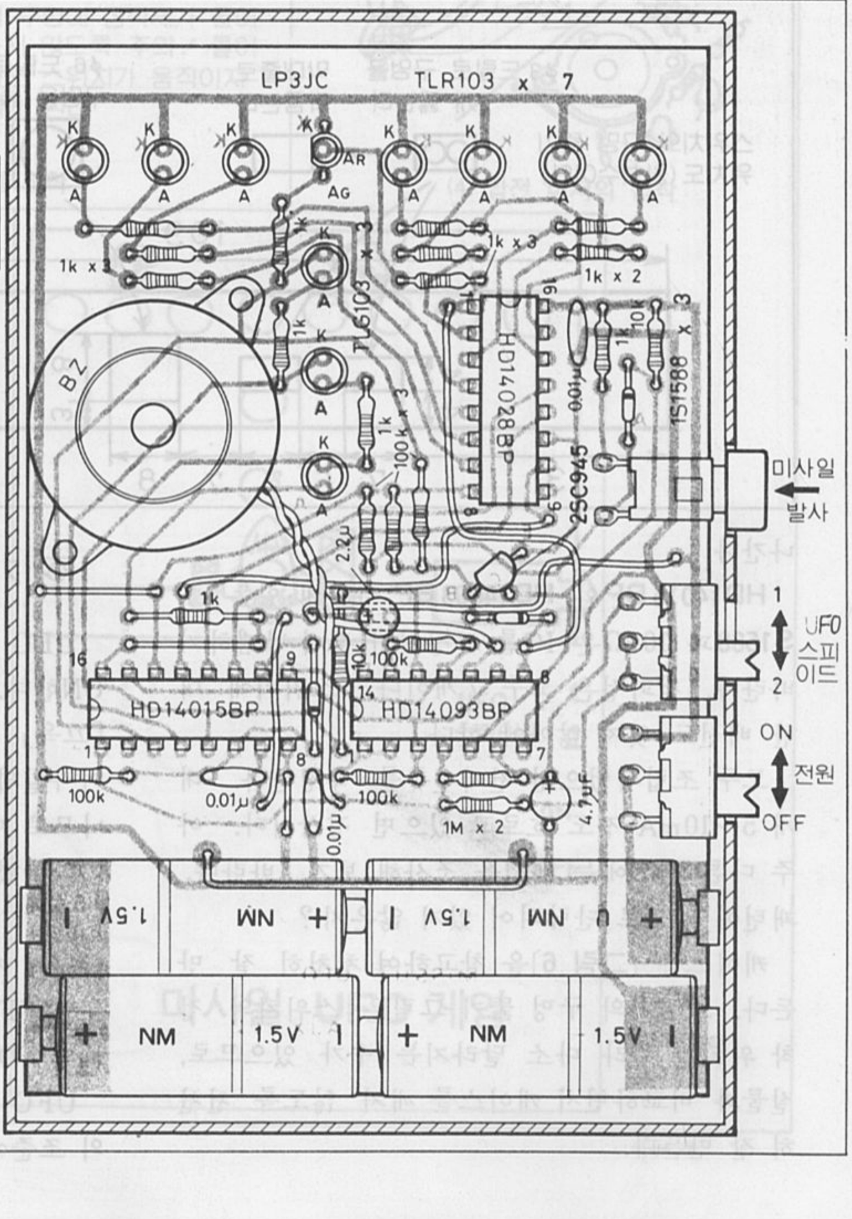
NM 건전지…4, 프린트 기판 65×100mm … 각1

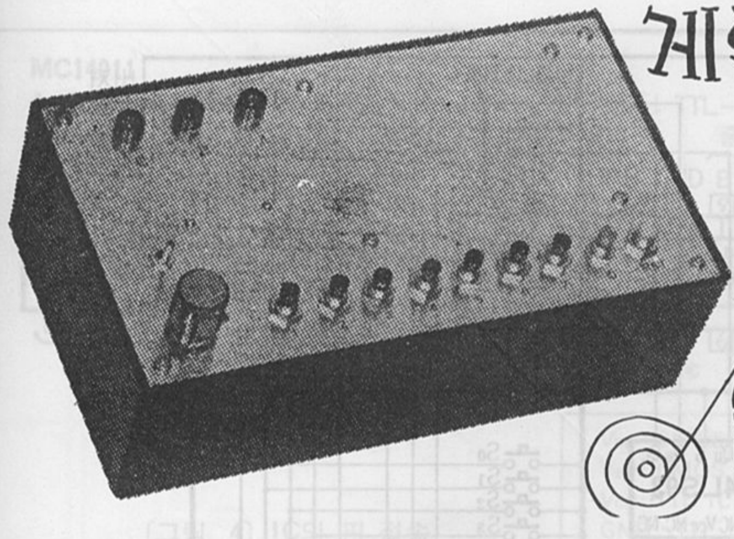
카세트 테이프의 케이스 ········ 1



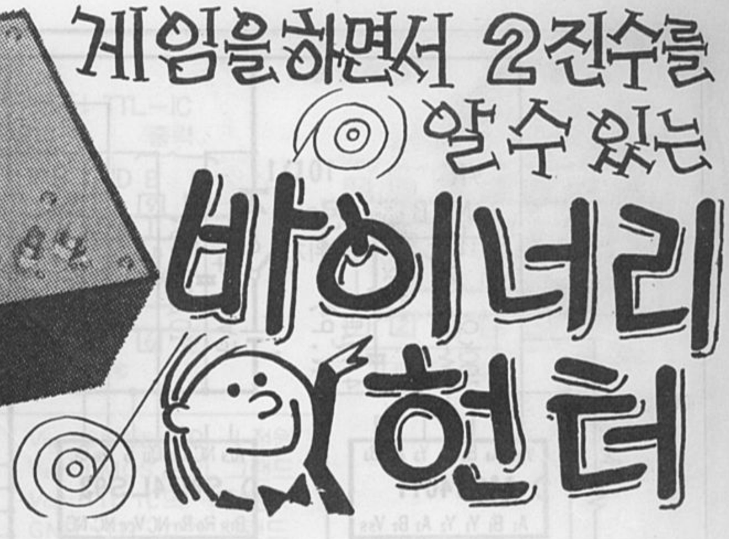
▲ 패턴도 (원치수)

▶ 실체도





게임을 하면서 2진수를 알 수 있는 바이너리 헌터



게임을 하면서 디지틀 회로의 기초인 2진수 공부를 할 수 있는 것이 지금부터 소개하는 바이너리 헌터이다.

바이너리(BINARY)라는 것은 2진법의 영어이다.

게임의 구성은 〔그림 1〕의 블록도와 같이 되어 있는데, 헌터 스위치를 일정 시간 사이에 몇번 눌러 버저를 몇번 울릴 수 있는가 하는 것을 경쟁하는 것이다.

헌터 스위치는 0~7까지 8개가 있다. ABC 3가지 발광 다이오우드의 사인에 의하여 헌터 스위치를 택한다. 사인이 2를 표시했을 때 스위치 2를 누르면 버저가 울린다. 3일 때는 스위치 3, 4일 때는 스위치 4를 누른다. 다른 스위치를 눌러도 버저는 울리지 않는다.

사인의 표시 속도는 발진회로의 속도 조절 손잡이로 조절할 수 있다. 또 사인의 표시가 나와 있는 시간은 타이머에 의하여 일정시간, 20초로 제한되어 있다.

ABC 3개가 1조인 발광 다이오우드에 의한 2진수의 표시는 〔표 1〕과 같다. 그리고 그 구성을 설명한 것이 〔표 2〕이다.

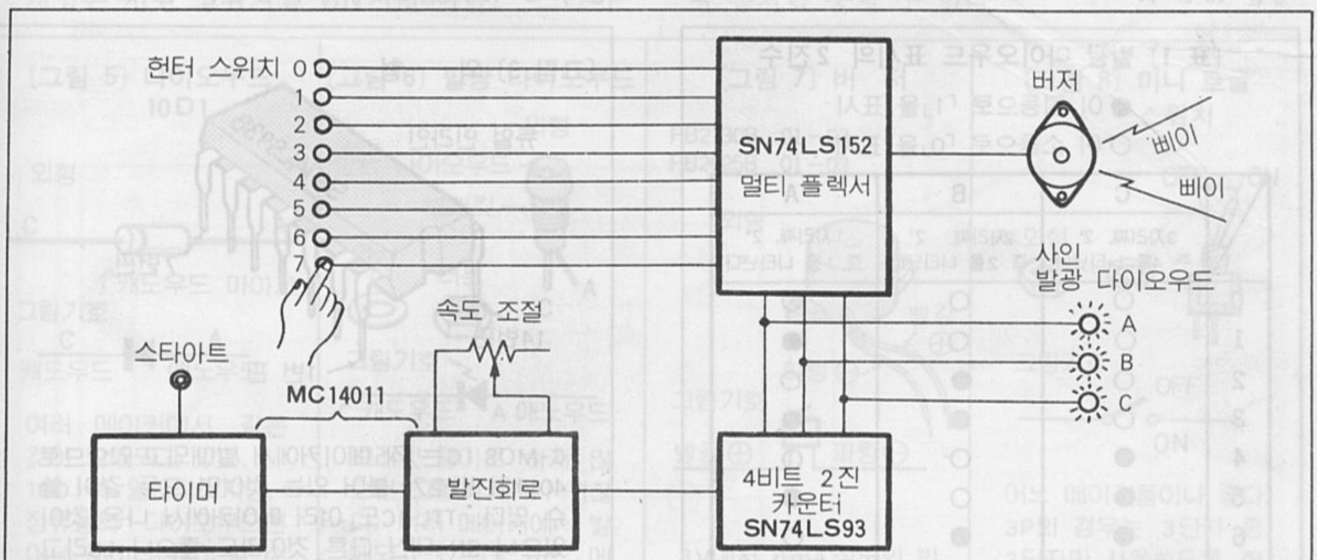
〔그림 2〕가 전체의 회로도이다. IC를 3개나 사용하고 있기 때문에 좀 복잡한 것 같지만, 디지틀 회로에 대한 지식이 좀 있는 사람이면 곧 알 수 있다.

〔그림 1〕과 잘 비교해 보고 IC의 대강의 역할을 이해하기 바란다.

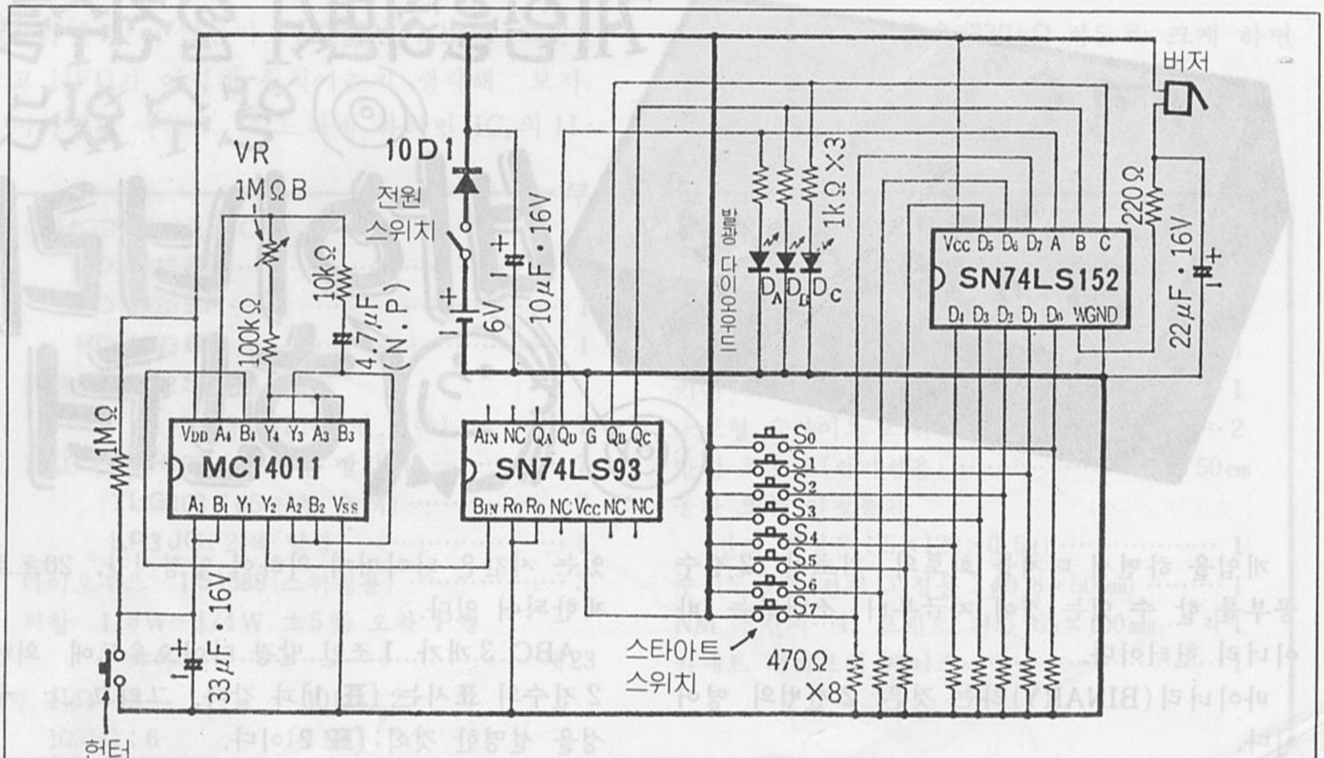
◆ 부품에 대하여

부품표에 나와 있는 것을 참고로, 부품점에서 직접 사든가 통신판매를 통해서 산다.

각 부품에 대하여 살 때나 취급에 있어서 편리하도록 〔그림 3〕에서 〔그림 13〕에 도해해 놓았



〔그림 1〕 바이너리 헌터의 블록도



〔그림 2〕 바이너리 헌터의 회로도

다. 준비된 부품은 정리하여 보관해 두도록 한다.

◘ 케이스의 가공

케이스에는 〔그림 14〕와 같이 뚜껑이 알루미늄판으로 되어 있는 염화 비닐 케이스를 사용했다. 크기가 같은 정도이면 폴리에스테르나 플라스틱 상자도 괜찮다.

알루미늄의 뚜껑에 〔그림 15〕와 같이 구멍을 뚫는 곳에 표시를 하여 핸드 드릴과 리이머로 구멍을 뚫는다.

지름 2.5㎜와 3.2㎜의 구멍은 2.5㎜와 3.2㎜의 드릴로 뚫는다. 그 밖의 큰 구멍은 3.2㎜ 드릴로 뚫은 다음 리이머로 넓힌다.

◘ 베이클라이트 기판에 대한 배선

〔그림 2〕에 있는 회로도의 대부분은 베이클라이트판에 배선한다. 부품의 배치는 〔그림 16〕의 실체도에 보인 것과 같다.

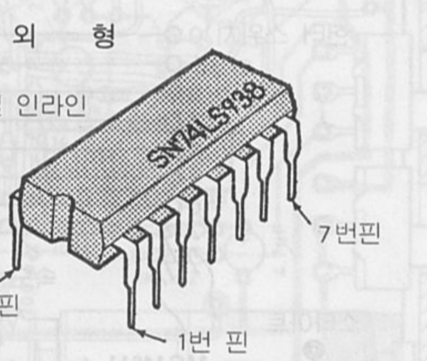
알파벳과 숫자가 인쇄된 쪽에서부터 구멍의 수를 세어 정확한 위치에 부품의 단자를 끼우고, 안의 동박이 있는 쪽에서 납땜을 한다.

〔표 1〕 발광 다이오우드 표시의 2진수

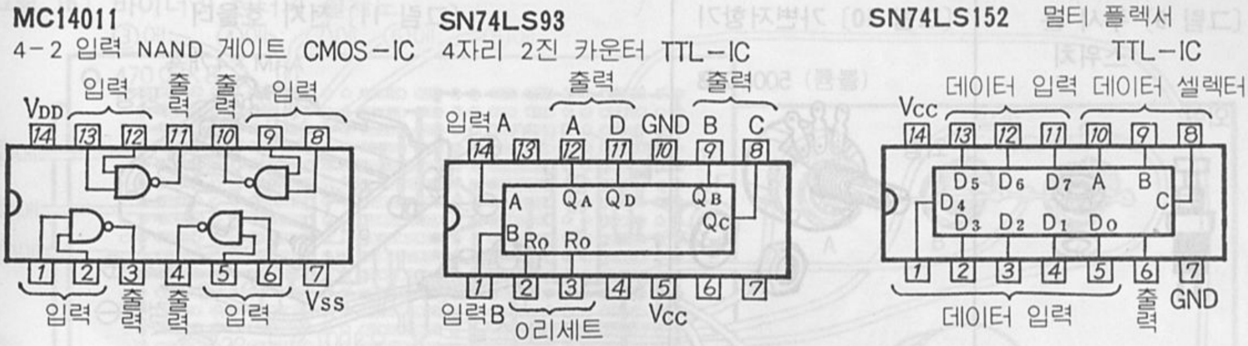
●이 점등으로 「1」을 표시
○이 소등으로 「0」을 표시

	C	B	A
	3자리째. 2^2 즉 4를 나타낸다	2자리째. 2^1 즉 2를 나타낸다	1자리째. 2^0 즉 1을 나타낸다
0	○	○	○
1	○	○	●
2	○	●	○
3	○	●	●
4	●	○	○
5	●	○	●
6	●	●	○
7	●	●	●

〔그림 3〕 외 형



C-MOS IC는 각 메이커에서 발매되고 있으므로 4011의 번호가 붙어 있는 것이면 모두 같이 쓸 수 있다. TTL IC도 여러 메이커에서 나온 것이 있으니 SN 대신 다른 것이라도 좋으나 LS라고 붙어있는 것을 사도록 한다.



V_{DD}…CMOS IC의 +전원
V_{SS}…CMOS IC의 그랜드
V_{CC}…TTL IC의 +전원
GND…TTL IC의 그랜드

〔그림 4〕 IC의 핀 접속

MC14011은 C-MOS IC이므로 납땜이 좀 어렵다. 되도록 소켓을 납땜하고 완성시킨 후에 IC를 끼우도록 하면 IC를 파손시키는 일이 적다.

베이클라이트판에서 다른 부품에 접속하는데, 굵기 1㎜의 비닐 코오드를 사용한다.

비닐 코오드는 길이 20㎝ 정도로 잘라 베이클라이트판에 납땜해 둔다.

◘ 조 립

알루미늄판의 뚜껑에 스위치나 버저, 가변저항기나 베이클라이트 기판을 붙인다. 베이클라이트 기판은 〔그림 17〕과 같이 스페이서를 사용하여 알루미늄판에서 조금 띄운다. 〔그림 16〕을 참고하여 나머지의 배선을 하면 완성이다.

◘ 게임하는 요령

게임은 전원 스위치를 ON시킨 다음, 스타아트 스위치를 누른다. ABC 3개의 발광 다이오우드가 2진수를 표시한다. 그 2진수를 읽고, 헌터 스위치를 누른다. 속도가 느릴 때는 버저를 확실하게 울릴 수 있지만, 속도를 빠르게 하면 좀처럼 울릴 수 없다.

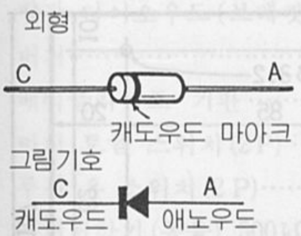
〔표 2〕 A와 B만 점등했을 때, 10진수의 3이 되는 까닭

C	B	A		
4	2	1	=	3
○	●	●		

각 자리의 의미
A=1 ●=1 A×●=1×1=1
B=2 ●=1 B×●=2×1=2
C=4 ○=0 C×○=4×0=0
합하면
A+B+C=1+2+0=3

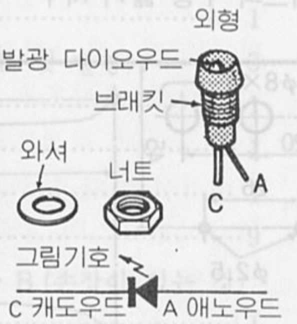
1자리째의 발광다이오우드가 빛나면 1, 2자리 째는 2, 3자리째는 4의 의미. 1자리째와 2자리째가 빛났을 때는 1과 2가 표시되므로 합계 3이 된다. 전부 빛났을 때는 7이 된다

〔그림 5〕 다이오우드 10D1



여러 메이커에서 같은 것이 발매되고 있다. 10D1이 일반적이지만, 정류용의 다이오우드면 어느 것이나 같이 쓸 수 있다.

〔그림 6〕 발광 다이오우드



브래킷 들이로 하지 않으면 고정시키기가 귀찮다. 여러 메이커에서 발매되고 있는데 어느 메이커 제품이나 다 좋다.

〔그림 7〕 버 저

PB2130B 01-03
PB2625B 01-03



3V에서 6mA 정도의 반도체 버저가 좋다.

〔그림 8〕 미니 토글 스위치



어느 메이커품이나 좋다. 3P의 경우는 3단자 중 2단자만 사용하도록 한다

〔그림 9〕 푸시 온 스위치

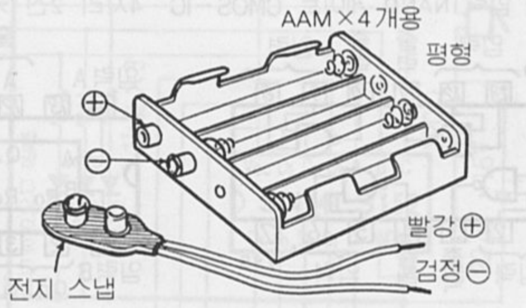


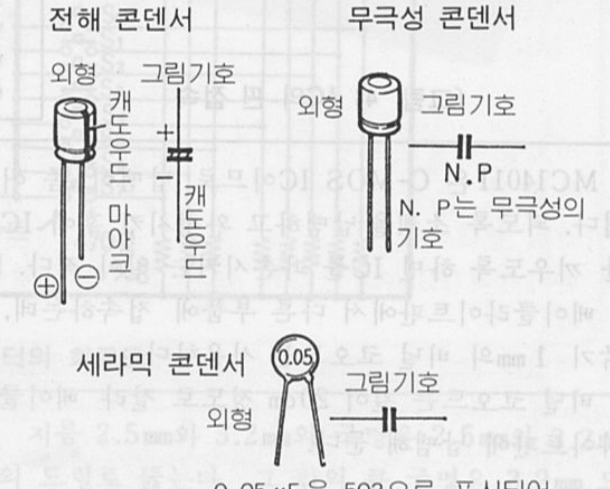
〔그림 10〕 가변저항기



500kΩ 내지 1MΩ 짜리를 사용한다. 형은 B건 A건 좋다. 지름은 16이나 24㎜ 어느 것이나 좋다.

〔그림 11〕 전지 호울더



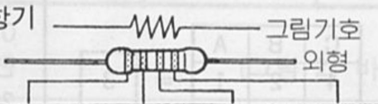


N. P는 무극성의 기호

0. 05μF은 503으로 표시되어 있는 경우가 있다

〔그림 12〕

〔그림 13〕 저항기

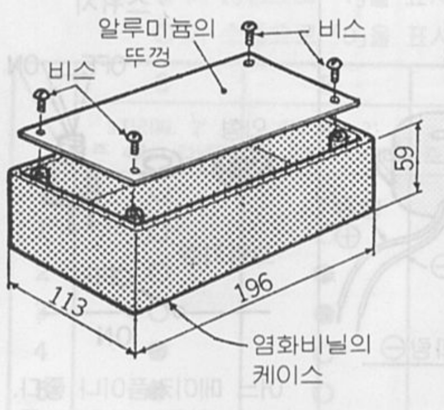


저항값 \ 색띠	1 첫째수	2 둘째수	3 곱 수	4 오 차
220Ω	빨강	빨강	갈색	금색 ±5%
470Ω	노랑	보라	갈색	
1kΩ	갈색	검정	빨강	
10kΩ	갈색	검정	오렌지	은색 ±10%
100kΩ	갈색	검정	노랑	
1MΩ	갈색	검정	녹색	



2진수가 나오는 차례를 적당히 바꾸어 놓았기 때문에 0, 1, 2, 3…의 순서로는 나오지 않는다.

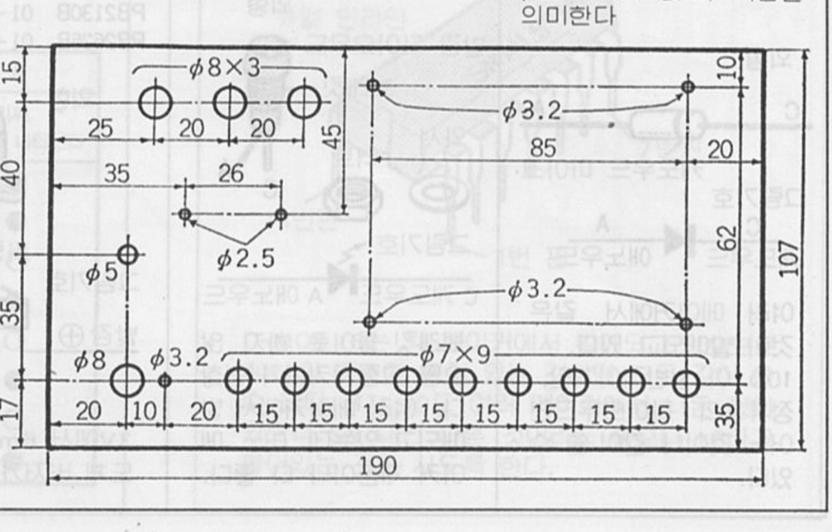
그리고 전원 스위치를 ON한 순간 2진수가 나오지만, 게임은 이것이 멈추어진 후에 시작하도록 한다.



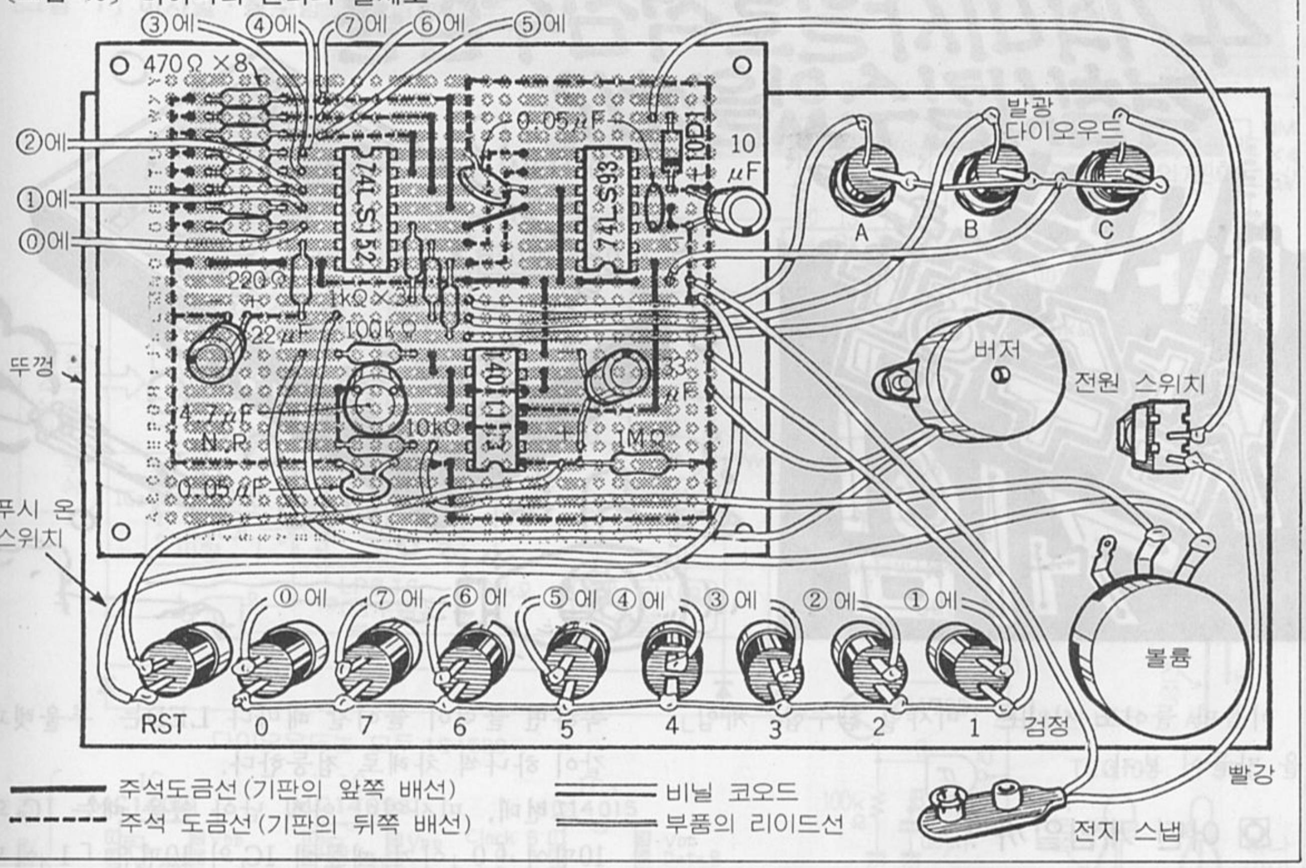
〔그림 14〕

〔그림 15〕 케이스의 구멍 뚫기 치수

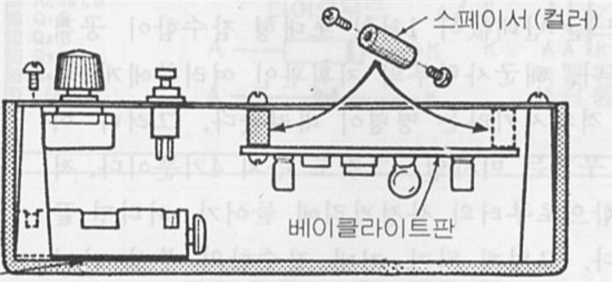
φ는 파이라 읽고, 지름을 의미한다



〔그림 16〕 바이너리 헌터의 실체도



〔그림 17〕 전지 호울더의 고정



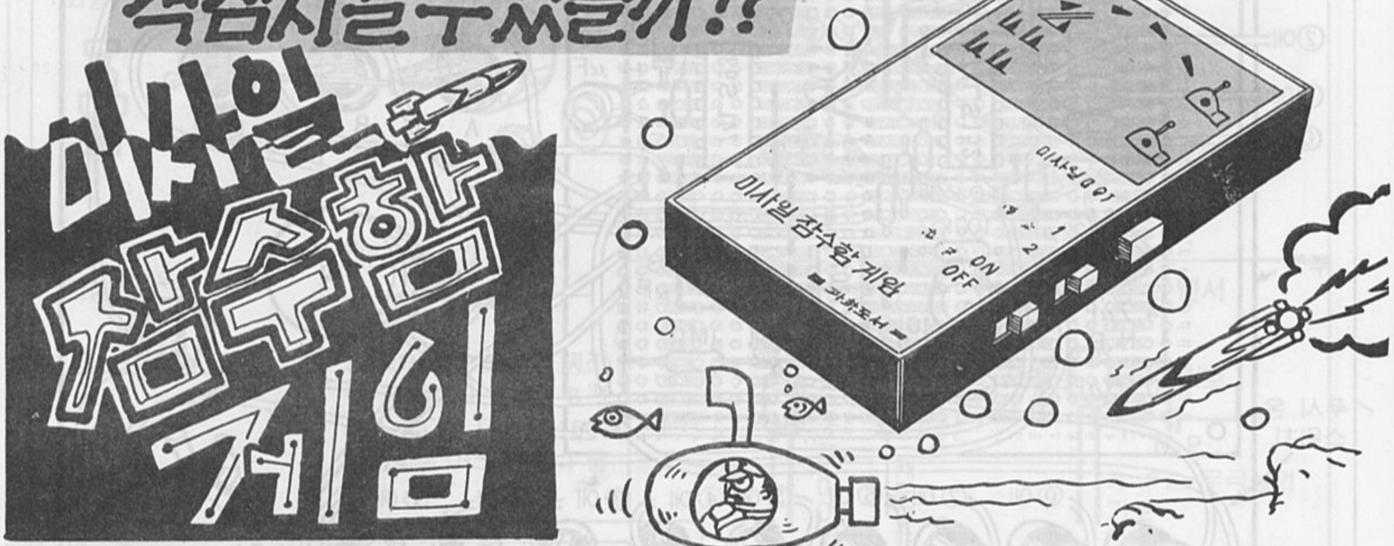
본드 등 접착제로 붙인다

부 품 표

IC MC14011	1	IC 소켓 DIP 14핀	1
SN74LS93	1	콘덴서 10μF 16V 전해	1
SN74LS152	1	22μF 10V 전해	1
다이오우드 10D1	1	33μF 10V 전해	1
발광 다이오우드(브래킷 든 것 빨강)	3	4.7μF 16V 무극성	1
버저	1	0.05μF 세라믹	3
베이클라이트 기판	1	저항기 각 1/8 W	
미니 토글 스위치(2P)	1	220Ω : 1, 470Ω : 8, 1kΩ : 3,	
푸시 온 스위치(2P)	9	10kΩ : 1, 100kΩ : 1, 1MΩ : 1	
가변저항기(볼륨) 500kΩ · B (손잡이 있는 것)	1	케이스 (그림 참조)	1
		비스 · 너트 지름 2㎜	2조
스페이서 높이 15㎜	4	주석 도금선	1m
전지 AAM	4	비닐 코오드 (배선용)	3m
전지 호울더 AAM×4개용 평형	1		
전지 스냅 FC-1용	1		

4기의 미사일로 적잠수함을 격침시킬 수 있을까!?

미사일 잠수함 게임



이름만 들어도 신나는「미사일 잠수함 게임」을 만들어 보자.

◘ 어떤 게임일까?

어느날 난데없이 1척의 초대형 잠수함이 공격해 왔다. 해군사령부의 지휘관인 여러분에게 이것을 격침시키라는 명령이 내려왔다. 그러나 아군의 무기는 미사일, 그것도 단지 4기뿐이다. 적잠수함으로부터의 사정거리에 들어가 버리면 끝장난다. 그렇게 되기 전에 잠수함의 부상 타이밍을 알아내어 당신의 용기와 반사신경으로 훌륭히 임무를 수행할 수 있을 것인가?

그럼 용기를 내어 한번 도전해 보자.

◘ 회로의 구조

〔그림 1〕과 같이 사용한 IC는 3개이다. **MC14015**는 4비트의 자리 이동 레지스터(시프트 레지스터)가 2조 들어 있다.

MC14015의 상반분은 미사일 4기의 남은 수표로서, 전원 리세트에 의하여 LED를 4개 모두 점등하고 미사일을 1기 발사할 때마다 1개씩 꺼나가기 때문에 IC 출력의 흡입 전류에 의하여 점등하고 있으므로 LED가 역방향이 되는 동시에 공통쪽을 전원의 +에 접속한다.

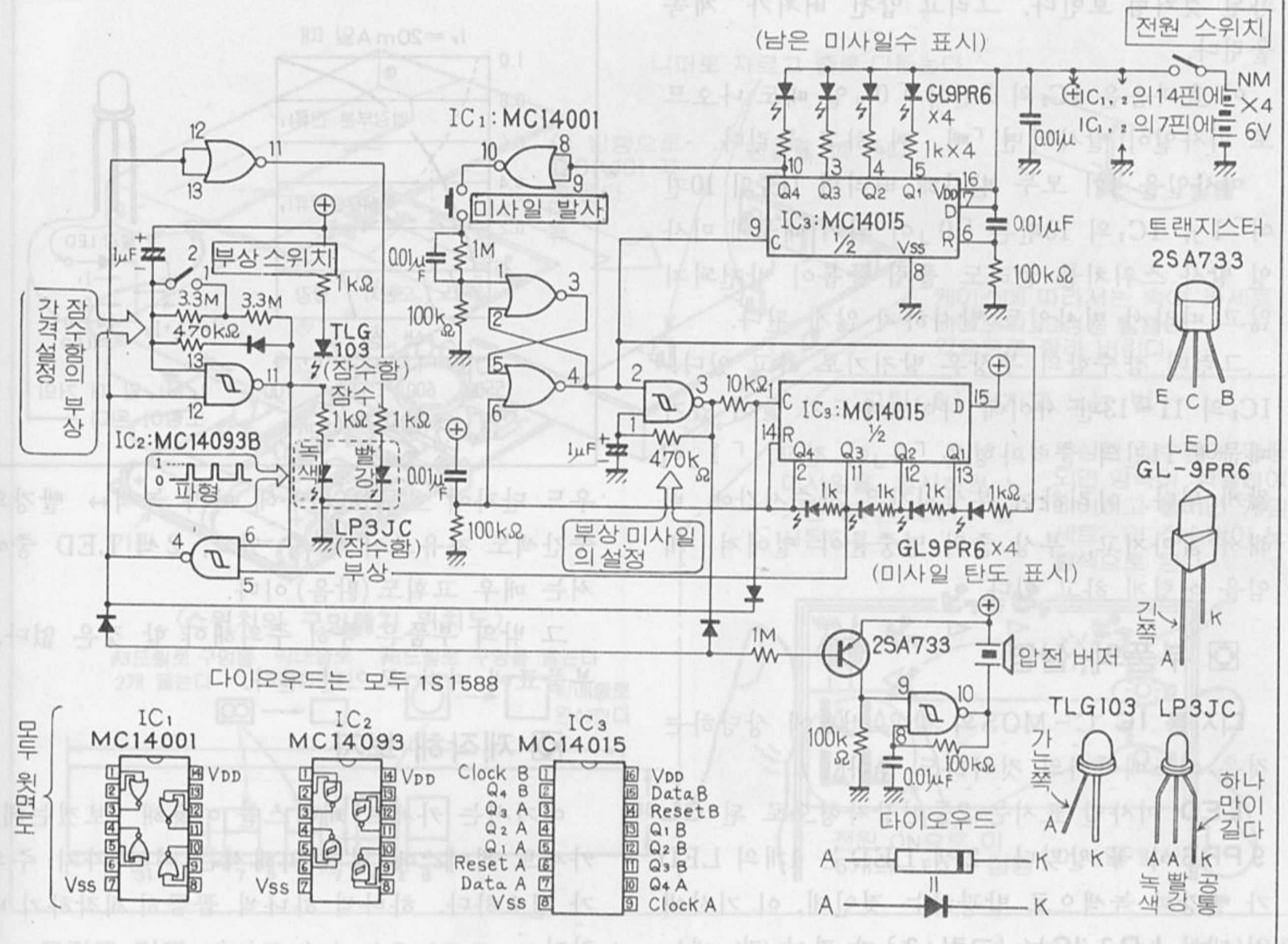
또 하반분은 미사일의 탄도 표시로서, 「점의 움직임」에 대응하고 있다. 이와 같이 LED를 접속하면 클럭이 들어갈 때마다 LED는 루울렛과 같이 하나씩 차례로 점등한다.

그런데, 미사일이 아직 남아 있을 때는 IC_3의 10핀이「0」이기 때문에 IC_1의 10핀은「1」이 된다. 이 때 미사일 발사 스위치를 누르면 CR의 미분회로(상승 검출에 의하여 스위치를 누름으로써 생기는 미사일의 연발을 방지한다)를 통하여 IC_1의 1핀이「1」이 되고, 플립 플롭(〔그림 2〕에 나타내었다)이 반전하여 IC_1의 4핀이「1」이 된다. 이 신호가 IC_3의 9핀에 클럭으로서 입력되고, 미사일의 남은 수를 1개 줄이는 동시에 미사일 탄도 표시용의 발진기가 발진하여 미사일이 발사대에 세트되어 날아간다.

그리고 미사일 표시의 4번째의 LED가 점등했을(IC_3의 11핀이「1」) 때 잠수함이 잠수 중(IC_2의 11핀이「0」)이면, 마지막 Q_4까지「1」이 되기 때문에 이 신호로 자기의 자리 이동 레지스터와 플립 플롭에 리세트를 건다.

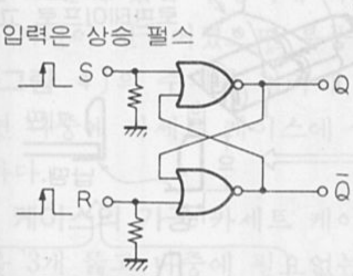
여기서 만일 잠수함이 부상 중(IC_2의 11 핀이「1」)이면 IC_2의 4핀이「0」이 되기 때문에 IC_3의 1핀 클럭 입력이「0」이 되어 IC_3의 11핀이「1」이 된 상태에서 멈추고, 탄도표시는 4번째의 LED가 계속 점등한다. 게다가 이 때 IC_2의 11핀도「1」이 된 그대로이므로 잠수함은 부상만 한 것이 되고, 또 IC_1의 11핀도「1」이 되기 때문에 2색 LED의 빨간쪽도 점등하여, 부상중

〔그림 1〕 미사일·잠수함 게임의 회로도



〔그림 2〕 R-S플립 플롭

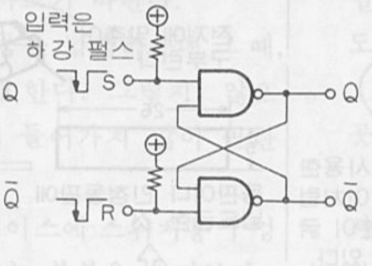
(1) NOR 게이트를 사용한다



입력		출력	
S	R	Q	Q̄
0	0	변하지않음	
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	0	0

이 상태는 보통 쓰지 않는다

(2) NAND 게이트를 사용한다



입력		출력	
S	R	Q	Q̄
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	변하지않음	

보통때는 S·R입력「0」으로 모두 해두고, 어딘가에 잠시라도「1」이 입력되면 그것으로 출력이 결정되며, 그 입력이 없어져도 이 출력상태를 유지(기억)한다.

NOR 게이트의 경우에는 반대로 보통때는 S·R입력을 모두「1」로 해 두고, 어딘가에 잠시라도「0」이 입력되면 그것으로 출력이 결정되며, 그 입력이 없어져도 이 출력상태를 유지(기억)한다.

플립 플롭(FF)은 4종류 있다

① R-S-FF(세트·리세트) : 여기서 사용했다
② D-FF(딜레이) : 자리 이동 레지스터의 내용은 이것이다
③ T-FF(토글)
④ J-K-FF

전용 C-MOS IC

FF	IC명
R-S	MC14043 (NOR×4) MC14044 (NAND×4)
D	MC14013 (D-FF×2) MC14174 (D-FF×6) MC14175 (D-FF×4)
T	
J-K	MC14027 (J-K-FF×2)

인 잠수함은 노란색(〔그림 3〕참조)이 되어 폭파된 것처럼 보인다. 그리고 압전 버저가 계속 울린다.

이 효과음은 IC_2의 3핀이「0」일 때도 나오므로 미사일이 발사되면「삐, 삐」하고 들린다.

미사일을 4기 모두 발사해 버리면 IC_3의 10핀이「1」, IC_1의 10핀은「0」이 되기 때문에 미사일 발사 스위치를 눌러도 플립 플롭이 반전되지 않고 따라서 미사일도 발사하지 않게 된다.

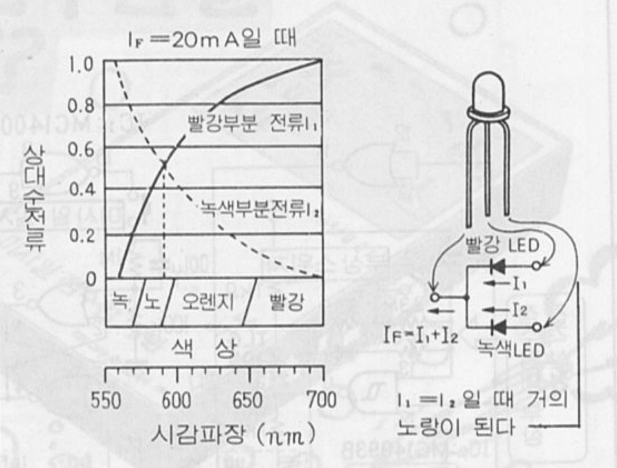
그런데 잠수함의 부상은 발진기로 하고 있다. IC_2의 11－13핀 사이에 다이오우드가 들어 있기 때문에 11핀의 출력파형은「0」이 길고,「1」이 짧게 된다. 이리하여 부상시간은 잠수시간에 비해서 짧아지고, 부상 중의 명중률이 떨어져 게임을 어렵게 하고 있다.

◈ 부품의 설명

디지틀 IC C－MOS의 같은 번호에 상당하는 것은 어느메이커의 것이라도 좋다.

LED 미사일 표시는 2등변삼각형으로 된 **GL 9 PR 6**이 꼭 알맞다. 2색 LED는 1개의 LED가 빨강과 녹색으로 발광하는 것인데, 이 기사에서 택한 **LP 3 JC**는 〔그림 3〕과 같이 각 애노

〔그림 3〕 LP 3 JC의 순전류 색상특성



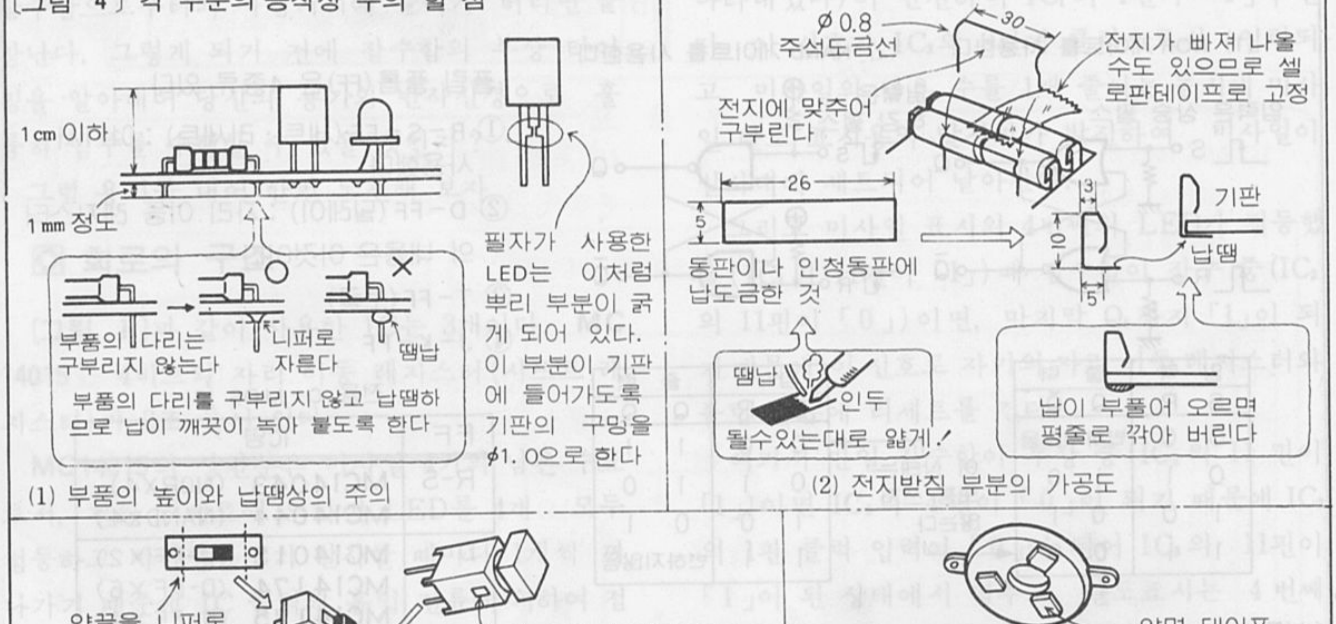
우드 단자에 흐르는 전류에 따라 녹색↔빨강의 중간색도 자유로이 낼 수 있고, 2색 LED 중에서는 매우 고휘도(밝음)이다.

그 밖의 부품은 특히 주의해야 할 것은 없다. 부품표에 따라 모으면 된다.

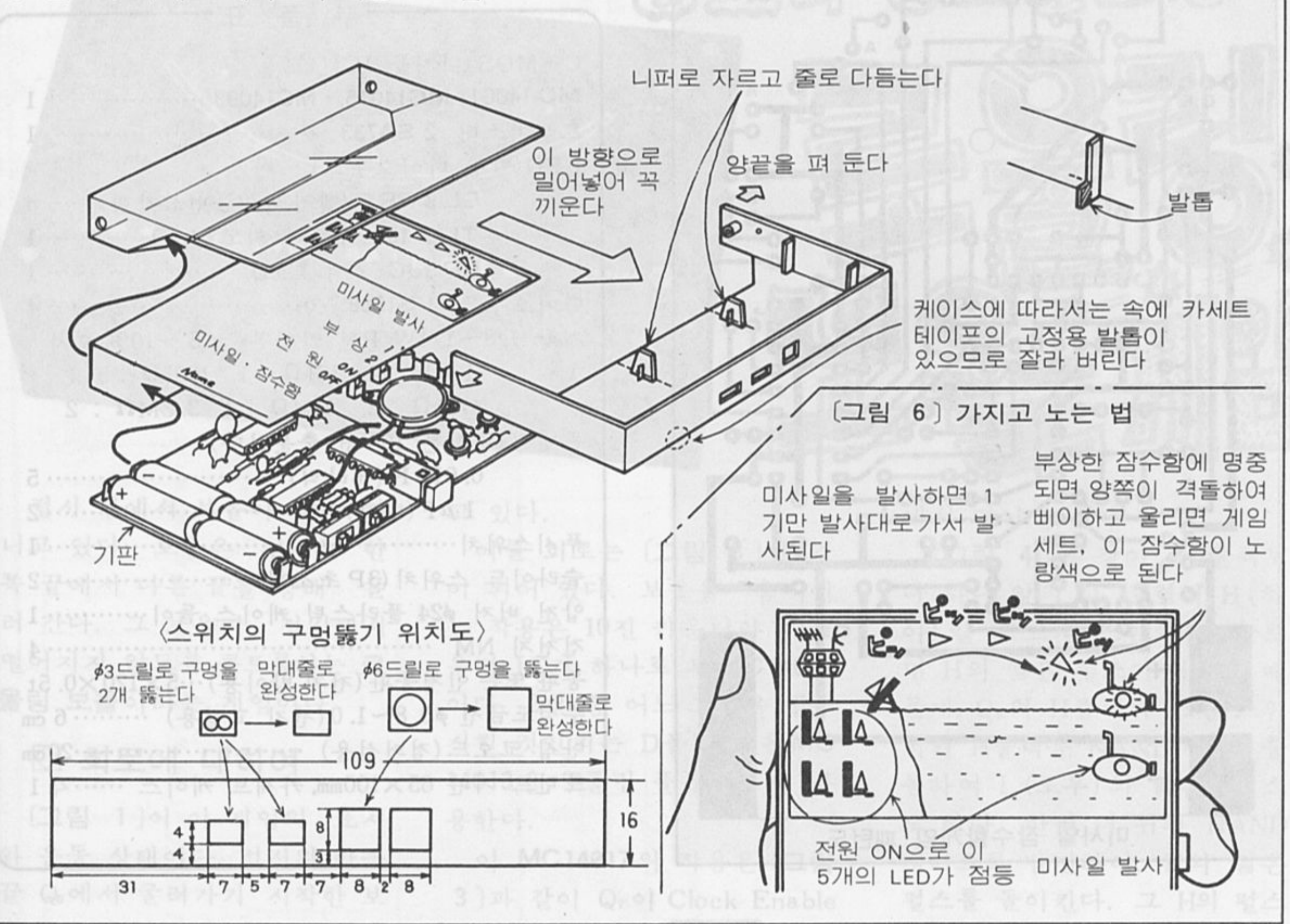
◈ 제작해 보자

여기서는 카세트 케이스를 이용해 보겠는데, 카세트 케이스에 넣기 위해서는 여러 가지 주의가 필요하다. 하나씩 하나씩 꼼꼼히 제작하기 바란다.

〔그림 4〕 각 부분의 공작상 주의 할 점



〔그림 5〕 카세트 케이스의 가공과 조립도



프린트 기판 패턴도에서 제 2 원도로 코피한다든지 하여 감광기판을 사용하면 매우 간단하고 완성된 모양도 좋다. 감광기판의 제작법은 각 제품에 붙어 있는 설명서에 따르기 바란다.

기판이 만들어졌으면 부품을 납땜하는데 그 때, 〔그림 4〕의 주의를 지켜야 한다. 그렇지 않으면 나중에 카세트 케이스에 들어가지 않아 곤란하다.

케이스의 가공 카세트 케이스에 스위치용 구멍을 3개 뚫고 나중에 필요없는 부분을 제거한다. 그것을 〔그림 5〕에 나타내었다.

◘ 동작 체크와 가지고 노는 법

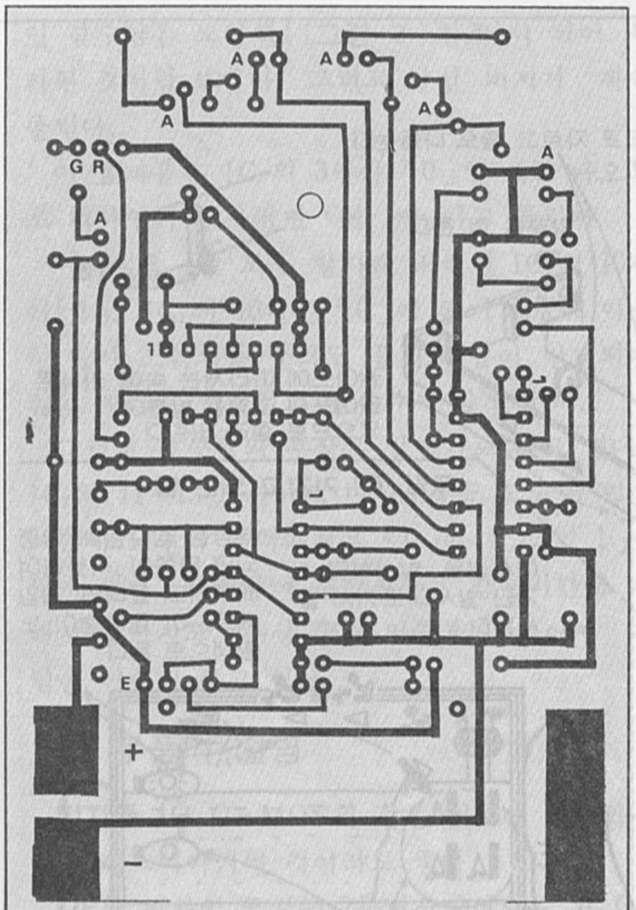
케이스에 넣기 전에 동작 체크를 해 두자. 먼저 다른 경우와 같이 조급한 생각을 억누르고 잘못된 배선이 없는지 한번 더 조사해 보기 바란다. 만일 잘못되어 있으면 여러분은 알지 못해도 회로는 틀린 그대로 동작하여 최악의 경우에는 부품이 파손되므로 곤란을 당하는 것은 여러분이다.

절대로 틀림 없다고 생각되면 전원 스위치를 OFF시키고 여기서 테스터를 30mA 정도 측정할 수 있는 레인지로 하여 대어 보자. 4 기의 미사일과 잠수함(잠수중) LED가 점등하여 15mA 정도 흐르면 우선 대성공!

그럼, 곧 게임을 해 보자. 만일 작동이 이상한 곳이 있으면 배선과 납땜을 의심해 보기 바란다.

전원 스위치를 넣으면 앞서와 같이 4 기의 미사일과 잠수함(잠수 중) 도합 5 개의 LED가 켜진다(〔그림 6〕). 조금 있으면 잠수함이 번쩍번쩍 떠오르므로 그것을 예측하여 미사일을 발사한다. 부상 중에 미사일이 명중하면 잠수함이 폭파되어 부상한채 노랗게 되고, 미사일도 거기서 멈춘다. 이때 삐이 하는 소리가 나는데, 이것은 여러분의 승리를 알리는 신호다. 미사일이 4기 모두 떨어지면 여러분의 패배.

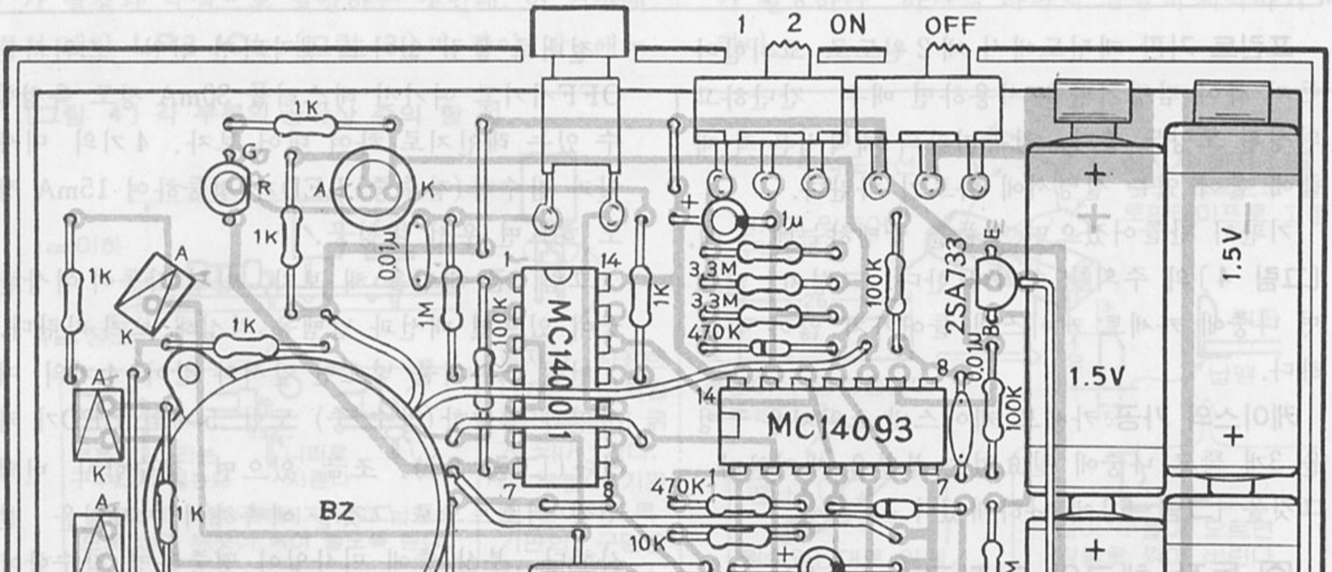
게임의 재개는 전원 스위치를 다시 넣고 한다. 부상 스위치는 1로 하면 부상 간격이 짧아진다. 더 여러 가지로 변경하고 연구해 보면 방법이 떠오를 것이다.

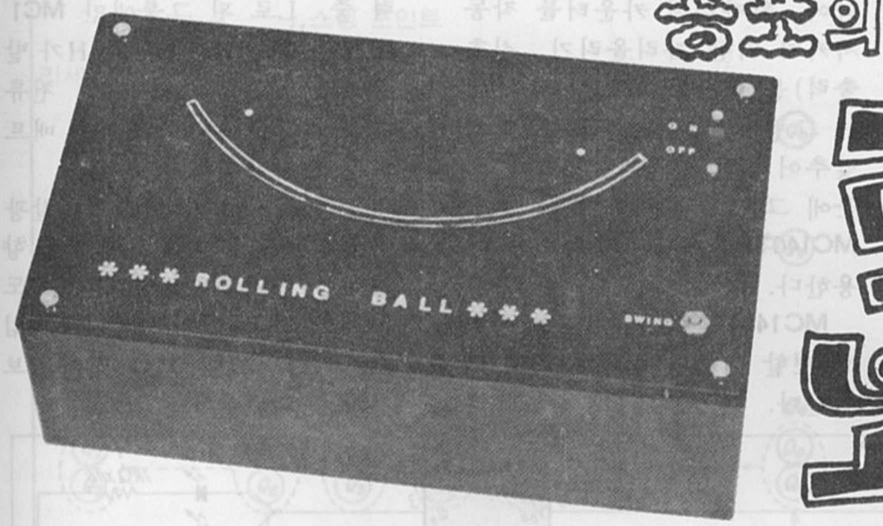


미사일 잠수함게임 패턴도

부 품 표

C−MOS 디지틀 IC
MC 14001, MC14015, MC14093 ……………… 각 1
트랜지스터 2 SA733 ………………………………… 1
LED(발광 다이오우드)
GL 9 PR 6 (빨간색 2등변삼각형) …… 8
TLG 103(녹색 고휘도 ϕ 5) ………… 1
LP 3 JC(2 색 LED) ……………………… 1
다이오우드 1 S1588 ………………………………… 4
저항 1/8~1/4W P형 카아본 ±5~10% 오차
1 kΩ : 11, 10kΩ : 1, 100kΩ : 5
470kΩ : 2, 1 MΩ : 2, 3.3MΩ : 2
콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
0.01μF (세라믹) ……………………………… 5
1 μF(탄탈) ……………………………………… 2
푸시스위치 ………………………………………………… 1
슬라이드 스위치(3P 초소형) ………………………… 2
압전 버저 ϕ24 플라스틱 케이스 들이 ………… 1
건전지 NM ………………………………………………… 4
동판 또는 인청동판(전지 받이용)…5×120×0.5t
주석도금선 ϕ0.8~1.0(전지 고정용) ……… 6 cm
단심 코오드(점퍼선용) ………………………… 20cm
프린트 기판 65×100mm, 카세트 케이스 …… 각 1





공포의 뱅크를 스윙!!
로울링 보올게임

접시 안에서 보올이 굴러 다니고 있다. 보올은 접시의 한쪽 끝에서 다른 끝을 향해 굴러 간다. 그 보올이 접시에서 떨어지지 않도록 콘트롤하는 **로울링 보올**이라는 게임이다.

◇ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 이 게임의 표시와 운동 상태이다. 접시의 한쪽 끝 Q_0에서 굴러가기 시작한 보올은 접시 속에서 반대쪽 끝을 향해 굴러 간다.

보올이 끝까지 굴러 가서 Q_6가 되었을 때 SWING(스윙：흔든다는 뜻) 시키면 보올은 또 반대로 향해 굴러간다.

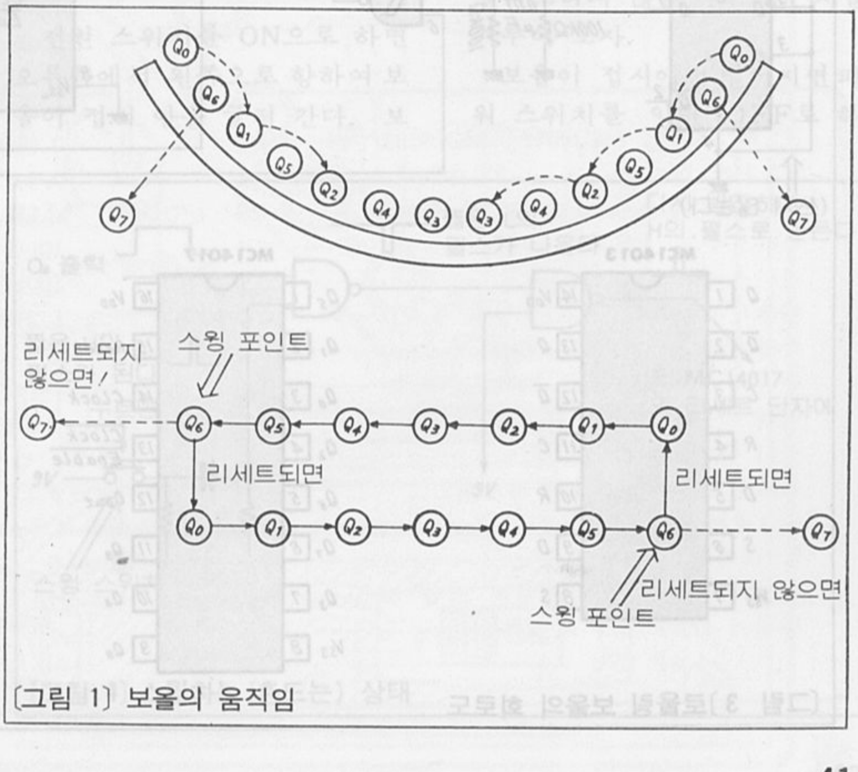
만일 스윙의 타이밍이 나쁘면 보올은 그대로 굴러가 되돌아오지 않고 접시 밖으로 떨어진다. 이것이 Q_7이다.

〔그림 1〕에서 카운터 2개의 조합이라는 것을 여러분도 알 수 있을 것이다. 그래서 이번에는 하나의 카운터로 짜 넣어 보았다. 〔그림 2〕와 같이 생각해 보면 알 수 있다. 게임으로서 본 느낌은 2조의 루우트(게임에서는 오른쪽행과 왼쪽행)로 하는 것인데, 회로에서는 하나의 카운터 IC로 콘트롤하고, 다른 플립 플롭의 작용으로 2개의 그룹을 번갈아 점등시켜, 외견상 오른쪽행과 왼쪽행 2가지 루우트를 만들어 내고 있다.

이들 회로는 〔그림 3〕과 같이 되어 있다. 보올을 움직이는 작용은 10진 카운터와 디코우더 IC가 하나로 된 **MC14017**이다. 2개 중 어느 그룹을 점등시킬 것인지는 D플립 플롭 **MC14013**을 T플립 플롭으로서 사용한다.

이 **MC14017**의 작용은 〔그림 3〕과 같이 Q_7이 Clock Enable에 접속되어 있기 때문에 카운트 동작이 Q_7 출력까지 나아가면 **MC14017**은 카운트 동작을 정지한다. 도중에서 리세트되지 않은 경우이다. 보올은 접시에서 떨어진 셈이 된다.

〔그림 4〕와 같이 Q_7 출력보다 하나 앞의 Q_6 출력이 H(하이)일 때 스윙 스위치를 누르면 H의 짧은 펄스가 나오기 때문에, Q_6의 H출력과 스윙 스위치의 H출력을 NAND 게이트를 통하여 L(로우)의 짧은 펄스로 한다. 한번 더 뒤의 NAND 게이트로 반전하여, H의 짧은 펄스를 돌이킨다. 그 H의 펄스를 **MC14017**의 Reset(리세트) 단자에 접속하여 리세트시킨다. 그러므로 **MC14017**은 리세트되고 Q_0가 H가 되어 카운트 동작을 계속한다.



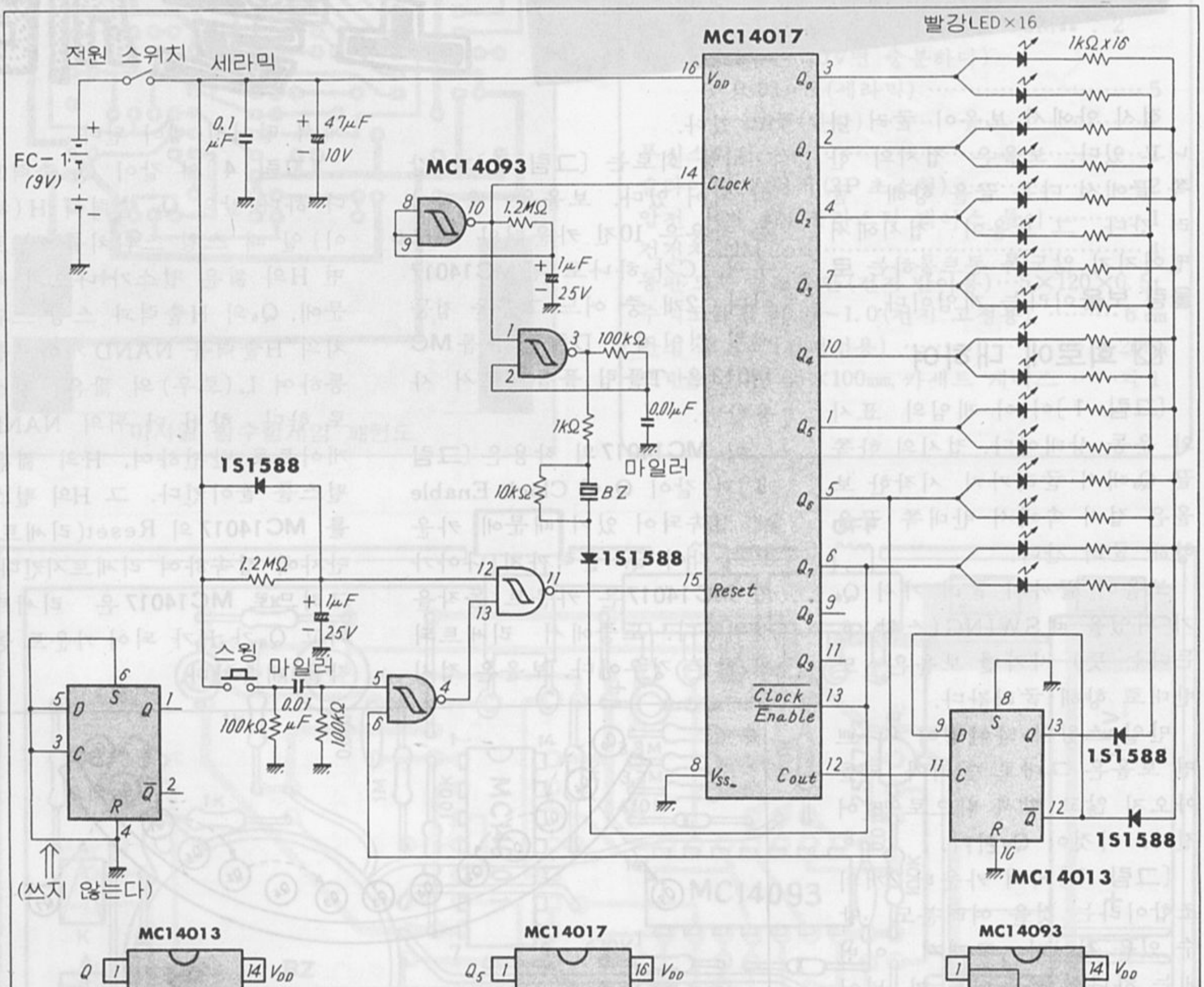
〔그림 1〕 보올의 움직임

만일 Q_6가 H출력일 때 스윙 스위치를 누르지 않으면 MC14017은 리세트되지 않기 때문에 MC14017은 Q_7 출력까지 나아가므로 Clock Enable도 H가 되어 카운트 동작은 정지된다.

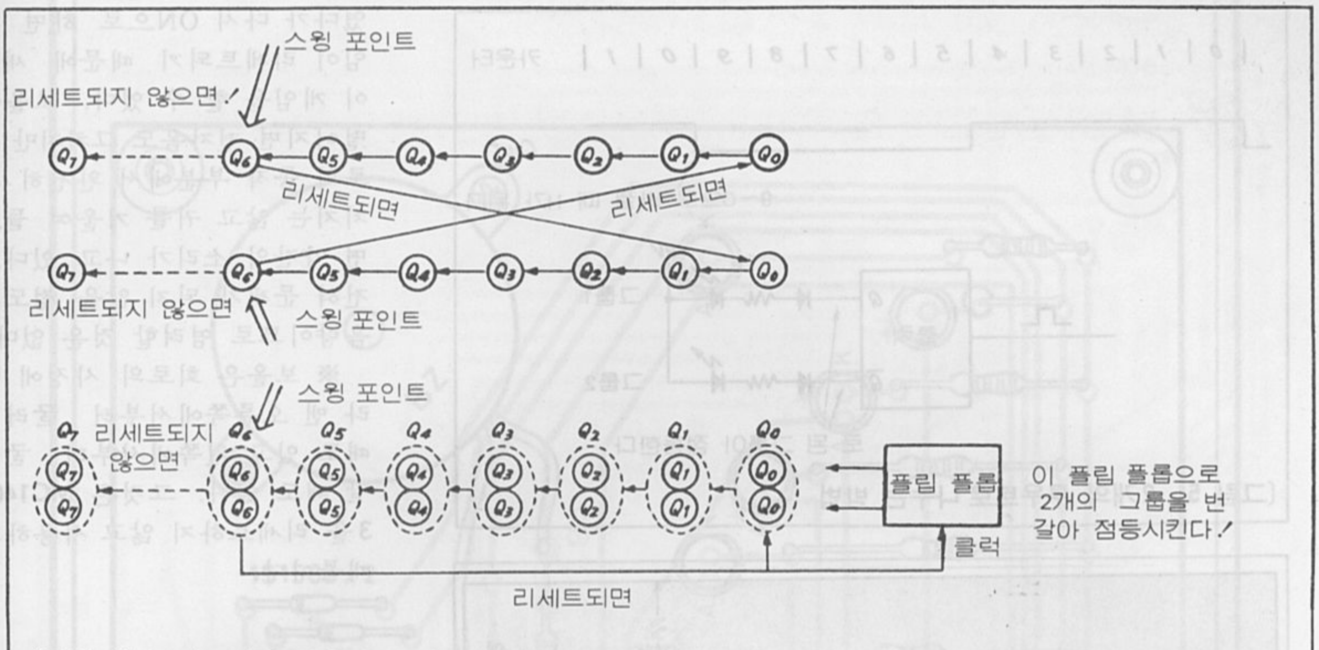
이번에는 어떻게 하여 1방향의 루우트를 2방향의 루우트로 보일 수 있는가 하는 것인데, 〔그림 5〕와 같이 MC14017의 C_{out}(Carry Out : 캐리 아웃의 약어. 윗자리의 카운터를 작동시키기 위한 자리올리기 신호출력)을 이용한다. 이 단자에는 그림과 같이 카운트 동작에 맞추어 H의 펄스가 나오기 때문에 그 H출력은 D플립 플롭 MC14013의 클럭 펄스로서 이용한다.

MC14017의 C_{out}가 L에서 H로 변할 때마다 MC14013은 반전한다. 그 Q와 $\overline{Q}$, 2개의 출력 중, L로 된 그룹에만 MC14017의 $Q_0 \sim Q_7$ 출력의 H가 발광 다이오우드를 통하여 전류가 흘러 빛난다. 일종의 매트릭스 표시방식이다.

그리고, 2개의 그룹의 발광 다이오우드는 서로 반대쪽을 향하여 나아가는 것 같이 보이도록 배치하고 있기 때문에 게임으로서는 〔그림 1〕과 같이 보인다.



〔그림 3〕로울링 보올의 회로도



〔그림 2〕〔그림 1〕을 카운터 하나로 하게 하면!

이것은 사실은 한쪽을 향하여 나아가고 있는 것을 약간만 머리를 씀으로써 반대 방향으로 나아가게 하는 것이다.

액션 사운드는, 보올이 접시 위에서 굴러 다니고 있을 때는 보올의 움직임에 맞추어 삑 삑 하고 소리나지만 보올이 접시에서 떨어지면 그 소리가 그친다.

◇ 부품에 대하여

D플립 플롭의 MC14013 이 약간 새로운 부품일 것이다. IC는 오늘날 미국과 일본의 이른바 반도체전쟁으로 차츰 값이 싸지고 있다. 그런 전쟁은 선의의 경쟁이니까 우리로서는 환영할만한 것이다.

가지고 있던 부품을 이용할 사람은 반드시 전부를 점검하여 이용하지 않으면 기판에 고정시킨 후에 문제를 일으킬 수도 있으므로 주의해야 한다.

◇ 제작에 대하여

감광기판을 이용하여 프린트 기판을 만든다. 케이스의 구멍 뚫기와 아크릴 패널은 〔그림6〕을 보기 바란다. 배선은 기판의 점퍼선부터 시작한다. IC소켓 밑에도 점퍼선이 있으므로 반드시 맨 처음에 한다. 발광 다이오우드의 랜드에는 극성 마아크가 기판에 붙어 있으니 지키도록 하자. 그 밖에도 다이오우드나 콘덴서 등 극성이 있는 부품이 많으므로 주의한다.

완성하여 전지 스냅에 건전지를 세트할 때는 반드시 전원 스위치를 OFF로 하여 세트하기 바란다.

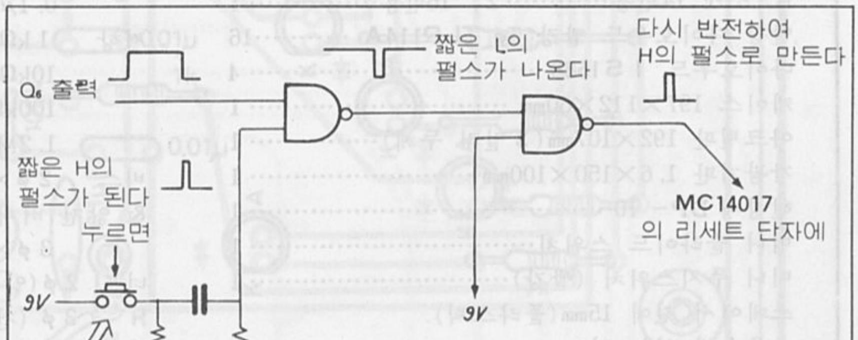
◇ 가지고 노는 법

전원 스위치를 ON으로 하면 오른쪽에서 왼쪽으로 향하여 보올이 접시 안을 굴러 간다. 보올이 패널의 마아크 부분에 오면 스윙 스위치를 누른다. 타이밍이 좋으면 보올은 접시 안을 반대 방향으로 굴러가기 시작한다.

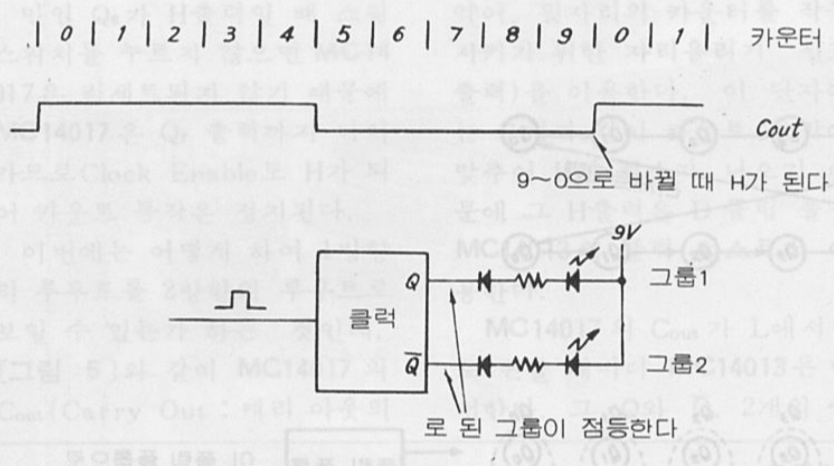
만일 스윙 스위치를 누르는 타이밍이 나쁘면 보올은 접시에서 굴러 떨어져 버린다. 스윙 스위치를 잘 눌러 보올이 접시에서 떨어지지 않게 해야한다.

두세 사람이 게임을 할 때는 얼마나 오래 접시에서 보올을 떨어뜨리지 않을 수 있는지를 겨루어 보자.

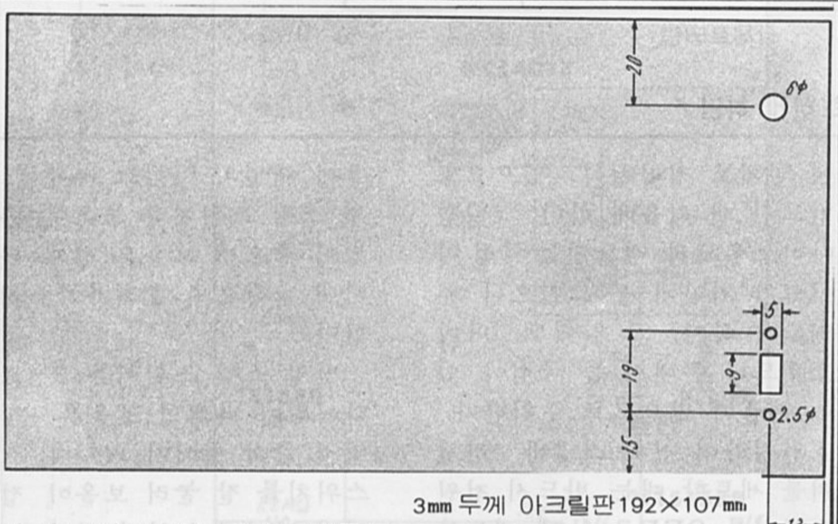
보올이 접시에서 떨어지면 파워 스위치를 일단 OFF로 하



〔그림 4〕스윙하는(흔드는) 상태



〔그림 5〕 2개의 루우트로 나누는 방법



〔그림 6〕아크릴 패널의 가공도

였다가 다시 ON으로 하면 게임이 리세트되기 때문에 새로이 게임을 할 수 있다. 보울이 떨어지면 전자음도 그치지만 회로의 동작 부분에서 완전히 그치지는 않고 귀를 기울여 들으면 약간의 소리가 나고 있다. 전혀 문제가 되지 않을 정도의 음량이므로 염려할 것은 없다.

※ 보울은 회로의 사정에 따라 맨 오른쪽에서부터 굴러갈 때도 있고 왼쪽에서부터 굴러갈 때도 있다. 그것은 MC14013을 리세트하지 않고 사용하기 때문이다.

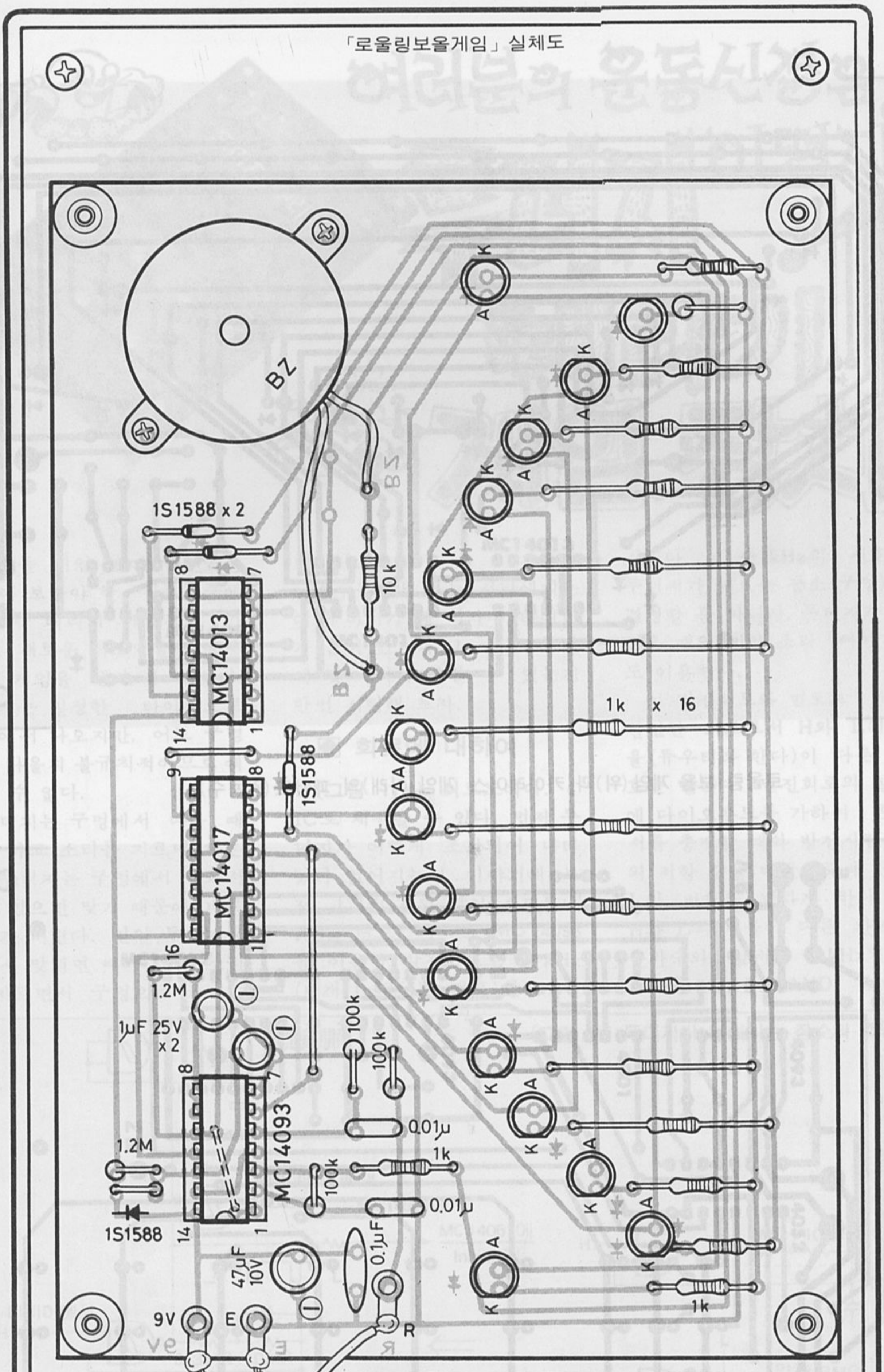


부 품 표

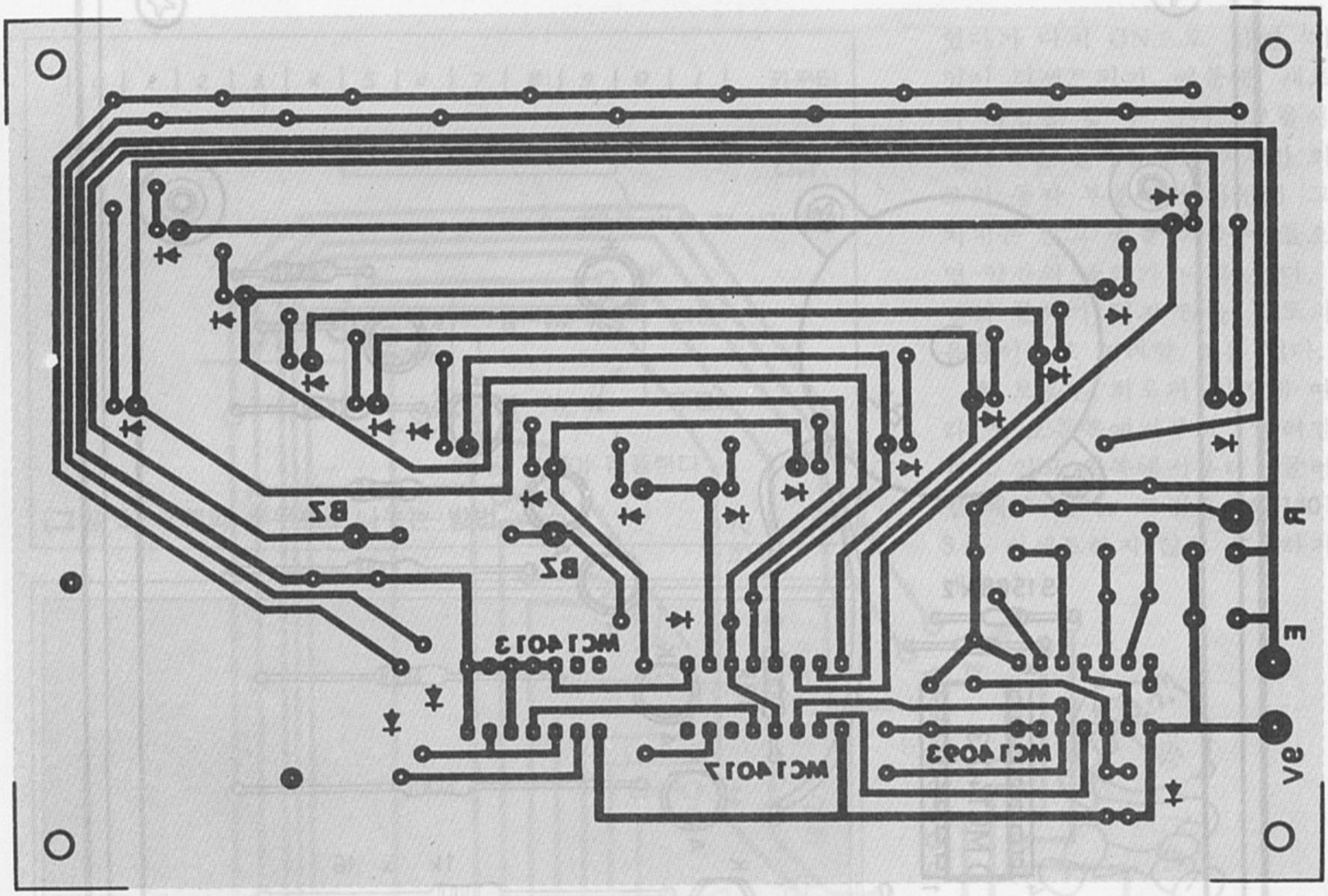
IC MC14013, MC14017, MC14093…………각 1
IC 소켓 14핀용………… 2, 16핀용…………1
발광 다이오우드 빨강 5φ TLR114A …………16
다이오우드 1S1588 ……………………4
케이스 197×112×60㎜ ……………………1
아크릴판 192×107㎜(3밀리 두께)…………1
감광기판 1.6×150×100㎜……………………1
현상제 DP-10……………………1
미니 슬라이드 스위치……………………1
미니 푸시스위치 (빨강)……………………1
스페이서 길이 15㎜(플라스틱)
3φ 탭 있는 것……………………4
L쇠(대형), 압전버저……………………각 1
건전지 FC-1(9V), 전지 스냅 ……………각 1
콘덴서 47μF 10V 케미콘 ……………………1
1μF 25V ……………………2

0.01μF 50V 마일러 ……………………2
0.1μF 50V 세라믹 ……………………1
저항 1kΩ (갈색·검정·빨강) 1/4W 5%…17
10kΩ (갈색·검정·오렌지) 〃 ………1
100kΩ (갈색·검정·노랑) 〃 ………3
1.2MΩ (갈색·빨강·녹색) ……………2
비스 2φ×6(슬라이드 스위치
& 압전 버저 고정) ……………………4
3φ×8(전지 고정쇠 고정용) …………1
너트 2φ(압전 버저 고정용) ……………2
3φ (전지 고정쇠 고정용) ……………1
붙박이 1.6φ×3 (붙박이 러그) ……………3
비닐선(좀 가는 것) 1m×6색 …………1 세트
주석도금선 0.4~0.5φ…………………10㎝

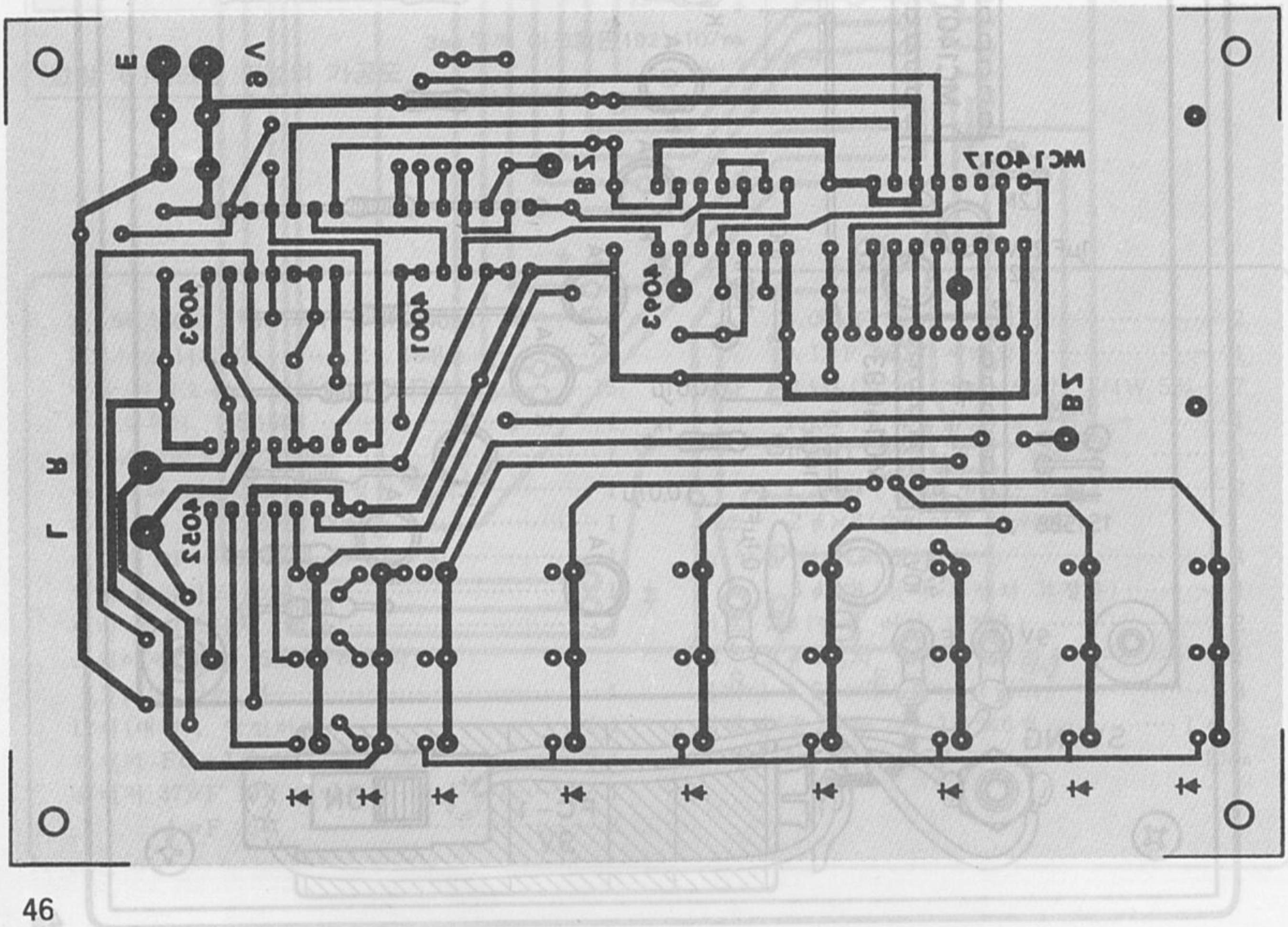
「로울링보올게임」 실체도

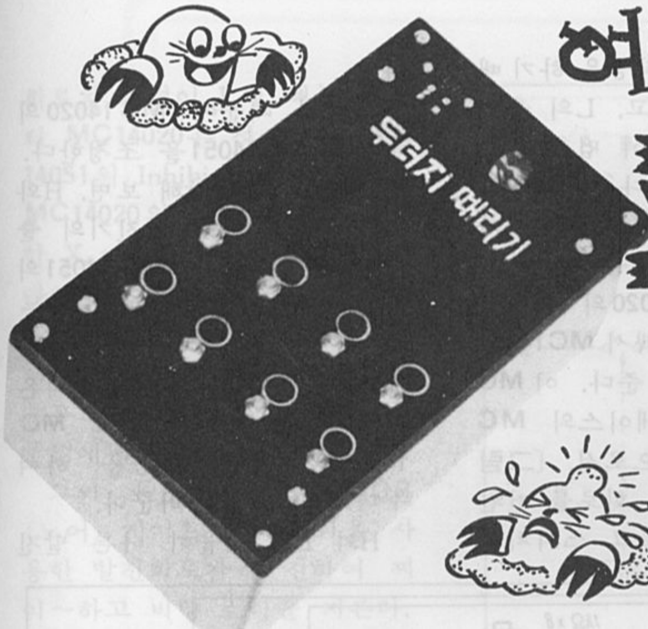


BZ
1S1588 x 2
MC14013
10k
1S1588
MC14017
1k x 16
1.2M
1μF 25V x 2
MC14093
100k
100k
0.01μ
1k
100k
0.01μ
1.2M
1S1588
47μF 10V
0.1μF
1k
9V
E
R
SWING
FC-1 9V
ON



로울링 보올 게임 (위)과 카아레이스 게임 (아래)의 패턴도 (원치수)





여러분의 운동신경은 어떤지 두더지 때리기 게임장치

디지를 게임 팬이 한번쯤은 만들어 보아야 할 작품 중에 「두더지 때리기 게임장치」가 있다. 새로운 회로기술을 응용하여 게임을 생각해 보았다. 두더지는 일정한 타이밍으로 구멍에서 나오지만, 어느 구멍에서 나올지 불규칙적이므로 예측할 수 없다.

두더지는 구멍에서 나올 때 찌이 하고 소리를 지르며 나온다. 두더지는 구멍에서 나와서 오래 있으면 맞기 때문에 바로 들어가 버린다. 만일 두더지를 때려서 맞히면 삐이 하는 소리를 지르면서 구멍으로 들어가 버린다.

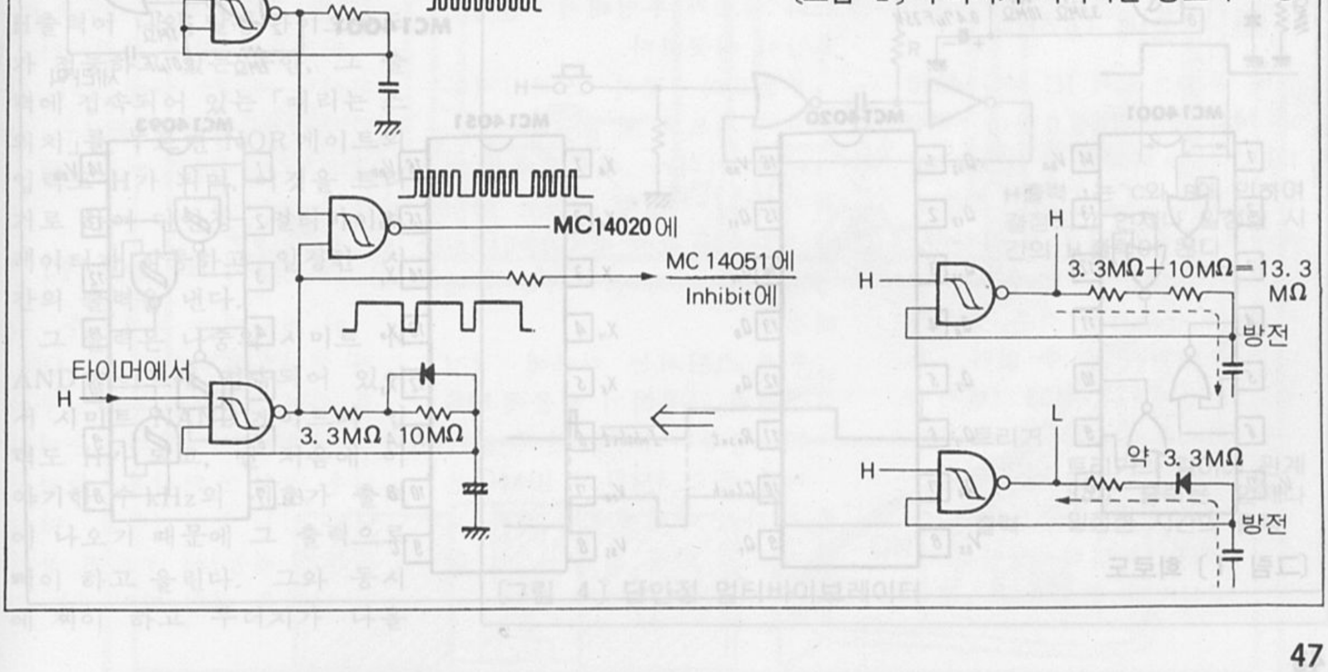
실수를 잘 하는 사람에게는 이 두더지가 꽤 벅차다. 타이머가 붙어 있으니 그 시간 동안에 몇 마리나 때릴 수 있는지 한번 시험해 보자.

◈ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 회로도이다. 4 IC로 제작할 수 있다. 먼저 두더지가 어떻게 조절되어 나타났다 없어지는지 이야기해 보자. 〔그림 2〕와 같이 시미트 NAND(낸드) 게이트 MC 14093을 이용한 발진회로로 수 kHz(대개 1~3kHz 정도)를 발진시킨다. 이 수 kHz의 신호는 두더지가 나오는 장소(구멍)를 결정할 뿐 아니라, 두더지가 맞았을 때의 비명 소리 「삐이」에도 이용한다.

이 발진회로와 별도로 매우 완만한 회로로서 H와 L의 비율(듀우티라 한다)이 다른 신호를 만든다. 발진회로의 일부에 다이오우드를 가하여 콘덴서를 충전할 때와 방전시킬 때의 저항 값을 바꿈으로써 H와 L의 비율을 변하게 한다. 이 H와 L의 비율이 다른 완만한 주파수와, 앞서의 수 kHz의 주파수를 시미트 NAND 게이트

〔그림 2〕 두더지가 나타나는 장소의 조정



로 MC14020의 클럭신호를 만든다.

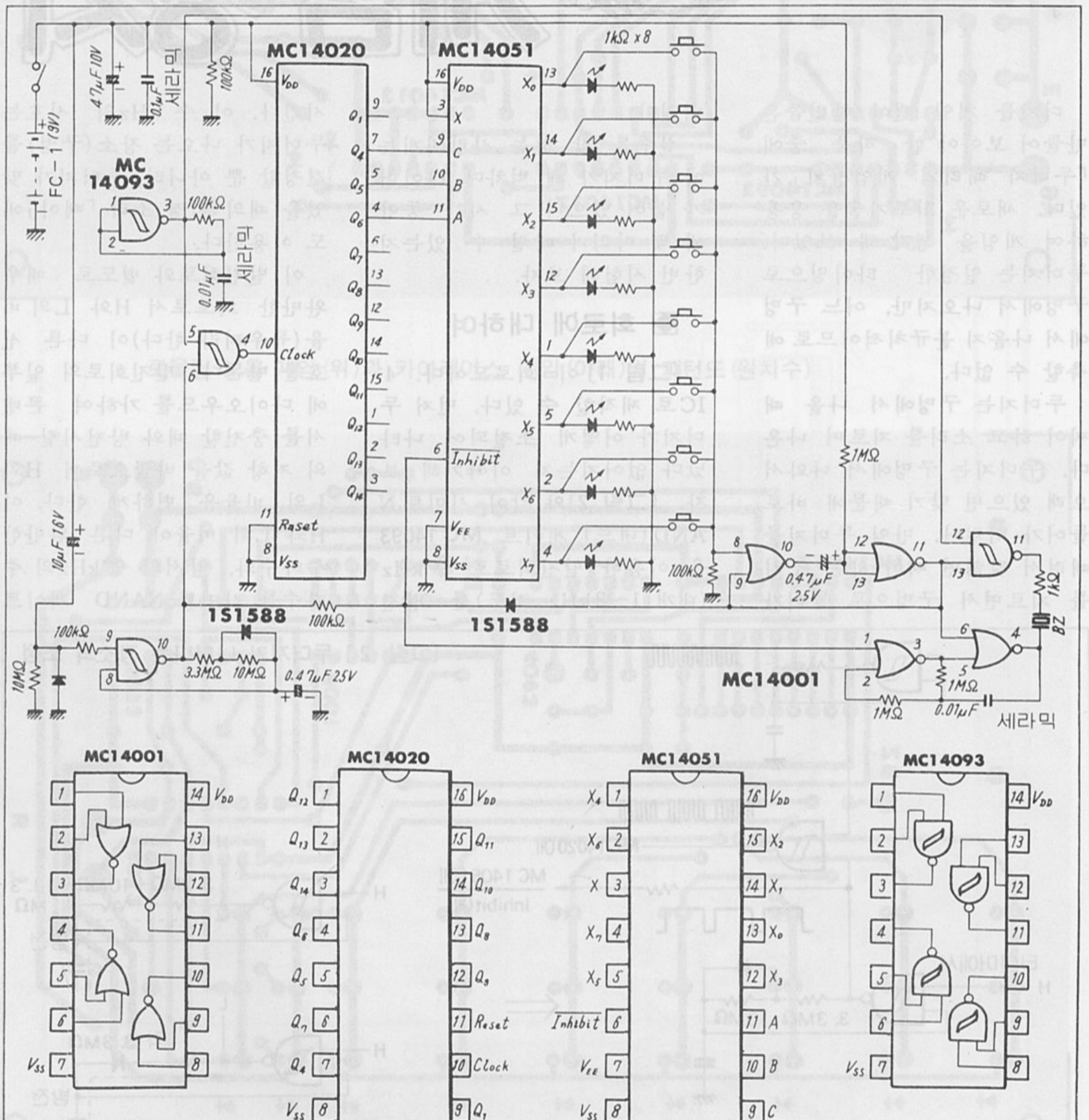
이 MC14020은 플립 플롭이 14단 들어 있는 카운터로서, 상승의 클럭신호로 카운트 작동을 한다. 그렇기 때문에 H와 L의 비율이 다른 저스피이드의 발진회로 출력이 H일 때만 수 kHz의 신호가 시미트 NAND 게이트를 통하여 MC 14020의 클럭 단자에 보내진다.

MC 14020은 H와 L의 비율이 다른 발진회로의 출력이 H일 때만 카운트 작동을 하기 때문에 출력이 변하고, L의 출력 때는 카운트 작동이 멈추고 출력은 변하지 않는다. 이 MC 14020의 출력 변화로 두더지가 나오는 장소(구멍)를 정한다.

카운터 MC 14020의 출력을 애널로그 멀티플렉서 MC14051의 A～C 입력에 준다. 이 MC 14051은 카아 레이스의 MC 14052와 같은 것으로서, 〔그림 3〕과 같이 8개의 회로를 전환할 수 있는 애널로그 스위치이다.

그렇기 때문에 MC 14020의 출력은 MC14051을 조정한다. 맨 처음부터 생각해 보면, H와 L의 비율이 다른 발진기의 출력이 H일 때는 MC 14051의 Inhibit (인히빗 : 선택한다는 뜻)도 100kΩ의 저항을 통하여 H이므로 MC 14051의 출력은 나오지 않는다. 그리고 MC 14020은 카운트 작동을 하여 두더지의 장소를 바꾼다.

H와 L의 비율이 다른 발진



〔그림 1〕 회로도

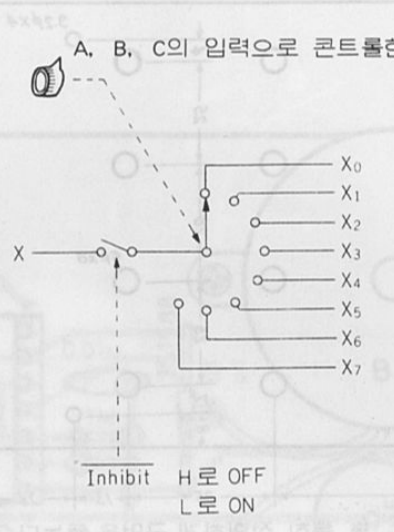
회로의 출력이 L일 때는 카운터 **MC14020**은 정지한다. **MC14051**의 Inhibit도 L이 되므로 **MC14020**의 출력에 따라 결정한 X_0~X_7 중의 하나와 X가 이어진다. X는 전원이 플러스에 접속되어 있기 때문에 X_n의 어떤 것이 H가 되어 발광 다이오우드가 점등하고, 두더지가 구멍에서 나온다.

그와 동시에 2조의 NOR(노어) 게이트 **MC14001**을 사용한 발진회로가 발진하여 찌이~하고 비명 소리를 지른다.

이번에는 두더지를 때리는 회로이다. 〔그림 4〕와 같이 2조의 NOR 게이트 **MC14001**을 사용한 단안정 멀티바이브레이터가 명중의 기억회로이다. 단안정 멀티바이브레이터는 입력신호의 시간적 길이에 관계 없이, 일정한 시간의 신호를 만들어 내는 일종의 타이머이다. 그 일정한 시간의 신호를 만드는 계기가 되는 입력신호를 트리거 신호라 한다. 트리거란 권총의 방아쇠와 같이 어떤 일이 일어나게 하는 계기를 만드는 것이다.

〔그림 4〕와 같이 NOR 게이트의 입력은 보통 때는 100kΩ에서 L이 되어 있지만, **MC14051**의 X_0~X_7의 어떤 것에 H출력이 나와 발광 다이오우드가 점등하고 있는 동안, 그 출력에 접속되어 있는「때리는 스위치」를 누르면 NOR 게이트의 입력도 H가 되며, 이것을 트리거로 하여 단안정 멀티바이브레이터가 작동하고 일정한 시간의 출력을 낸다.

그 출력은 나중의 시미트 NAND 게이트에 접속되어 있어서 시미트 NAND 게이트의 입력도 H가 되고, 맨 처음에 이야기한 수 kHz의 신호가 출력에 나오기 때문에 그 출력으로 삐이 하고 울린다. 그와 동시에 찌이 하고 두더지가 나올 때 우는 소리를 만들던 NOR 게이트의 한쪽도 H가 되어 발진이 멈추고 찌이 하는 울음소리도 그쳐진다.



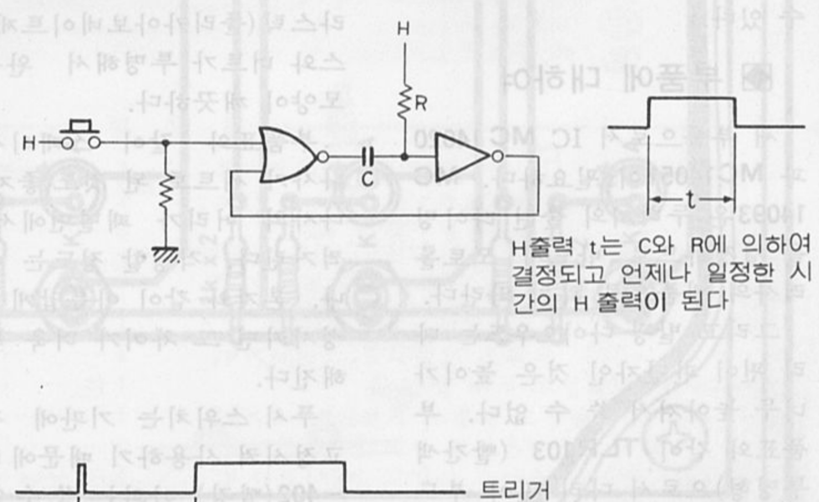
C	B	A	X와 이어지는 출력
L	L	L	X_0
L	L	H	X_1
L	H	L	X_2
L	H	H	X_3
H	L	L	X_4
H	L	H	X_5
H	H	L	X_6
H	H	H	X_7

〔그림 3〕 **MC14051**의 작동

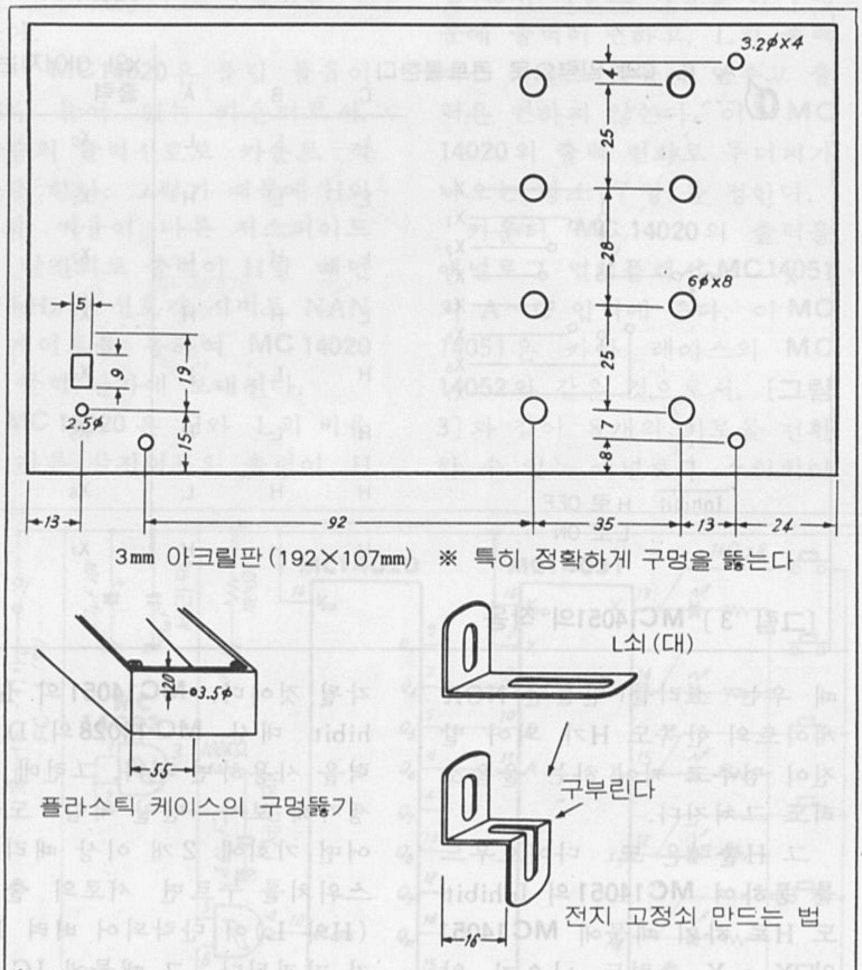
그 H출력은 또 다이오우드를 통하여 **MC14051**의 Inhibit도 H로 하기 때문에 **MC14051**도 X_0~X_7 출력도 나오지 않게 되어 두더지는 사라진다.

좀 연구한 사람은 애널로그 멀티플렉서의 **MC14051**이 아니고 보통의 10진 디코우더 IC **MC 14028**도 좋으리라고 생각될 것이다. **MC14051**의 Inhibit 대신 **MC 14028**의 D입력을 사용하면 된다. 그런데 잘 생각해 보자. 만일 게임 도중 어떤 기회에 2개 이상 때리는 스위치를 누르면 서로의 출력(H와 L)이 단락되어 버려 IC가 파괴된다. 그 때문에 IC를 보호하기 위해서 다이오우드를 IC의 출력과 스위치 사이에 넣어, 서로의 출력이 단락되지 않게 하는 것이다.

그런데 애널로그 멀티플렉서



〔그림 4〕 단안정 멀티바이브레이터



〔그림 5〕 케이스와 패널의 가공도

MC14051은 L의 출력이 나오지 않기 때문에 다이오우드가 본기와 같이 필요없다. 이와 같이 단 1개의 IC라도 생각해서 선택하면 부품 수를 훨씬 줄일 수 있다.

◈ 부품에 대하여

새 부품으로서 IC MC14020과 MC14051이 필요하다. MC14093은 두더지의 출현 타이밍을 결정하므로 반드시 모토롤러사의 제품으로 하기 바란다.

그리고 발광 다이오우드는 다리 핀이 판단자인 것은 높이가 너무 높아져서 쓸 수 없다. 부품표와 같이 TLR103 (빨간색 투명형)으로서 다리 핀이 부드러운 리이드선식을 이용한다.

그 밖에 다른 부품으로서 스페이서에는 10밀리 길이의 보통 스페이서를 준비한다. 항상 쓰고 있는 플라스틱제의 탭 있는 스페이서에는 10밀리 길이가 없기 때문이다. 동시에 20밀리 길이의 3밀리 비스와 너트도 필요한데, 될 수 있으면 플라스틱(폴리카아보네이트제) 비스와 너트가 투명해서 완성된 모양이 깨끗하다.

부품표와 같이 스페이서와 나사가 세트로 된 것도 좋지만, 나사의 머리가 패널면에서 번쩍거린다. 걱정할 정도는 아니나, 본기와 같이 아름답게 완성시키면 그 차이가 더욱 뚜렷해진다.

푸시 스위치는 기판에 직접 고정시켜 사용하기 때문에 MS-402(빨강) 이외는 쓸 수 없다.

저항 중 3.3MΩ과 10MΩ은 좀 구하기 어렵겠지만 찾아 보면 반드시 있을 것이다. 이 값은 꼭 지키기 바란다.

◈ 제작에 대하여

먼저 프린트 기판부터 만든다.

기판의 부품 구멍 중에서 푸시스위치의 고정 구멍은 1밀리이다. 다른 부품의 구멍은 0.8밀리 드릴로 뚫는다.

기판의 패턴 랜드(부품의 리이드선용 둥근 패턴)는 정확하게 뚫지 않으면 특히 푸시스위치는 고정시킬 수 없게 된다. 발광 다이오우드와 푸시스위치는 나중에 고정시키기 바란다.

먼저 다른 부품을 모두 고정시킨다. 플라스틱 케이스와 아크릴 패널은 〔그림 5〕와 같이 가공한다. 특히 패널의 구멍 뚫기는 주의하여 정확하게 하기 바란다.

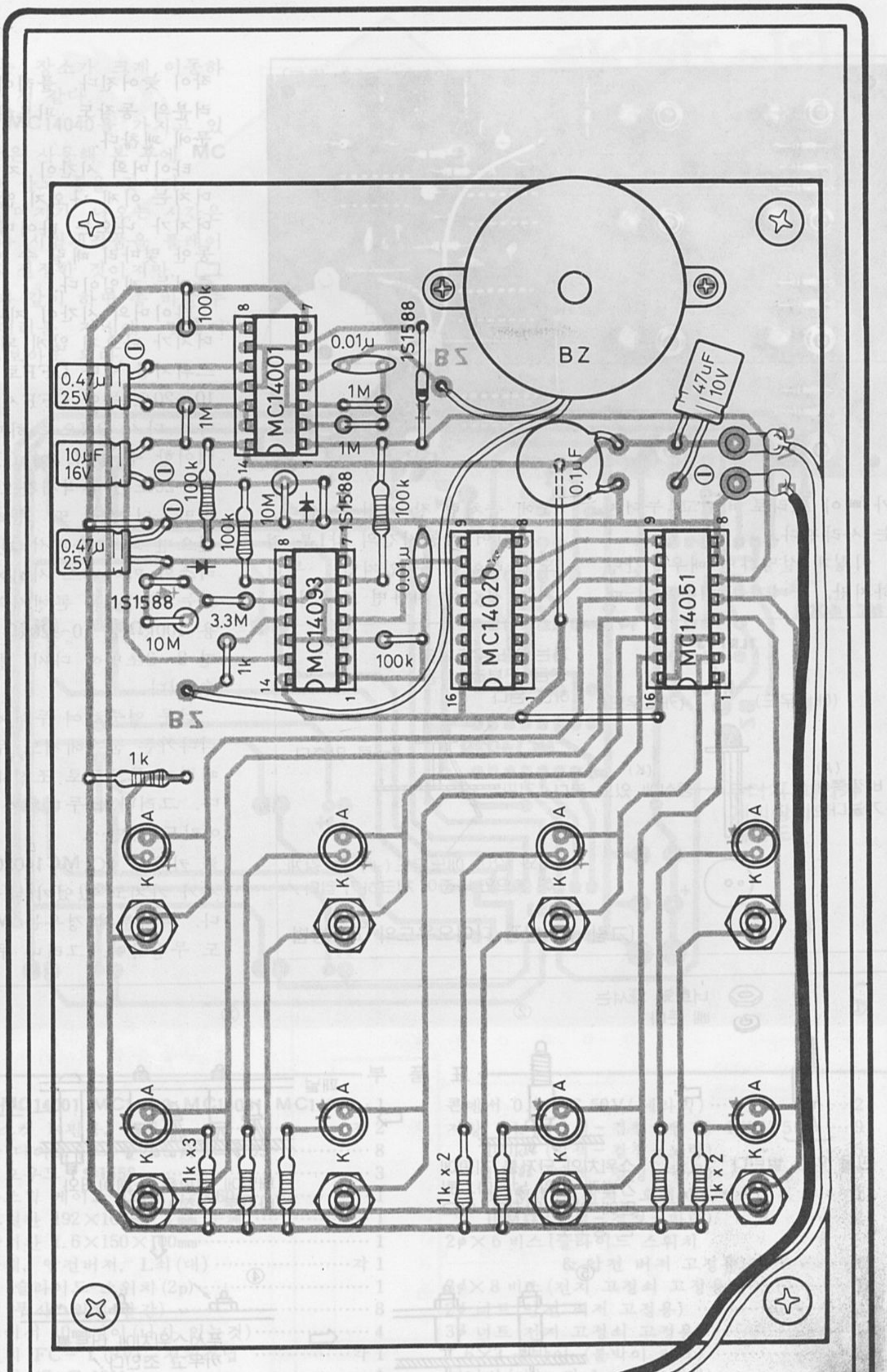
패널과 기판이 끝났으면 끝으로 발광다이오우드의 푸시스위치를 고정시킨다. 먼저 발광다이오우드부터 시작한다. 〔그림 6〕과 같이 발광 다이오우드 8개의 높이가 기판면에서 8밀리가 되게 하고 극성을 잘 보면서 납땜한다.

다음은 푸시스위치의 고정인데, 좀 어렵다. 〔그림 7〕과 같이 하자. 그렇게 하지 않으면 스위치를 고정시킬 수 없다. 〔그림 7〕을 꼭 지키도록!

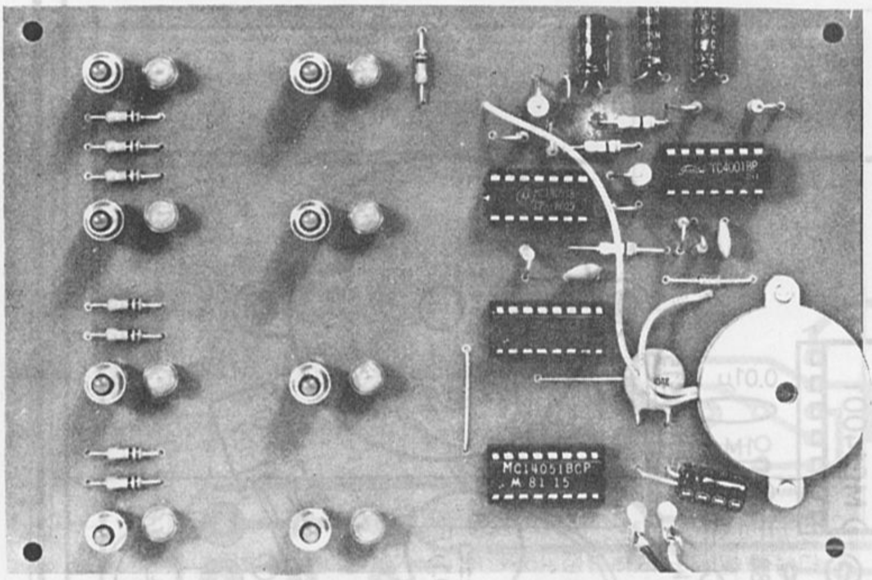
이것으로 일단 완성이다. 기판이나 케이스 내에 남아 있는 납 부스러기 등을 못쓰는 칫솔 등으로 제거하고 케이스에 넣으면 완성이다.

◈ 가지고 노는 법

이 게임에는 리세트가 필요가 없다. 파워스위치를 ON으로 하면 4~5초 후에 두더지가 나오기 시작한다. 두더지가 나온 곳의 스위치를 두더지가 나와 있는 동안 (발광 다이오우드가 점등)에 누르면 두더지가 나왔을 때의 찌이 하는 소리



「두더지 때리기 게임 장치」의 실체도



가 삐이 소리로 바뀌고 두더지는 사라진다.

이렇게 설명하면 매우 간단하지만, 두더지는 재빠르기 때문에 좀처럼 잘 때릴 수 없다.

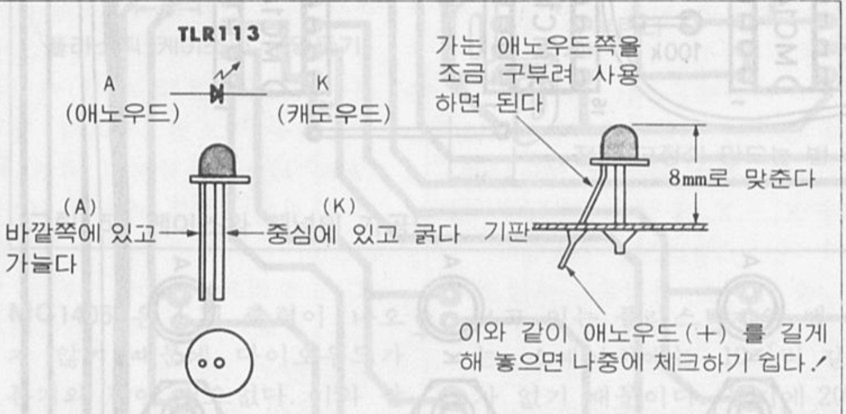
타이머 작동시간의 약1분 정도 플레이할 수 있지만, 두더지는 시간이 지나면 조금씩 동작이 늦어진다. 플레이하는 여러분의 동작도 피로해지기 때문에 괜찮다.

타이머의 시간이 지나면 두더지는 이제 나오지 않는다. 두더지가 나오는 타이머의 시간 동안 몇마리 때릴 수 있는가를 즐기는 게임이다.

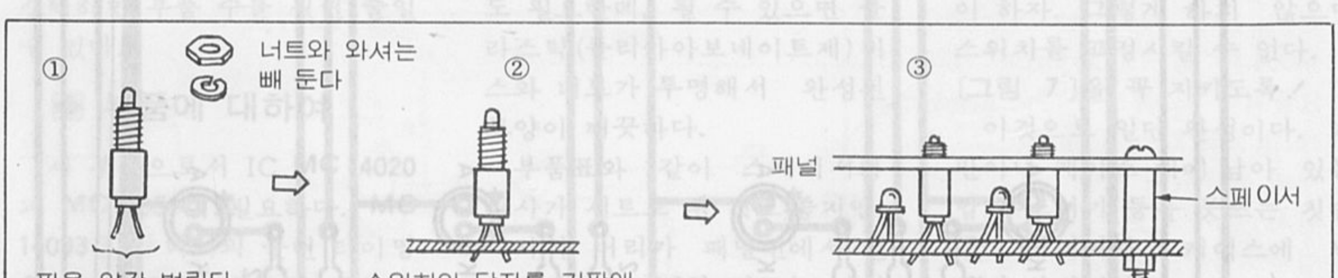
타이머의 시간이 지나고 두더지가 나오지 않게 되면, 파워스위치를 일단 OFF로 한다. 10~20초 동안 OFF시켜 놓았다가 다시 ON으로 하면 또 플레이할 수 있다. 이 OFF 시간 10~20초는 휴식시간으로 알맞지만, 더 빨리 또 플레이하고 싶으면 회로 속에서 전원의 플러스와 마이너스 사이에 들어 있는 타이머용 콘덴서의 방전용 100kΩ을 10~20kΩ으로 하면 2~3초만에 다시 플레이할 수 있다.

너무 열중하여 두더지만 때리다가는 꿈속에서도 두더지만 때릴지 모르므로 조심해야 한다. 그러다가 두더지가 앙갚음이라도 하면….

※ 카운터 IC **MC14020**은 필자가 가지고 있었기 때문에 썼다. 여러분의 경우는 **MC14040**도 무방하다. 그러나 두더지가



〔그림 6〕 발광 다이오우드의 고정방법



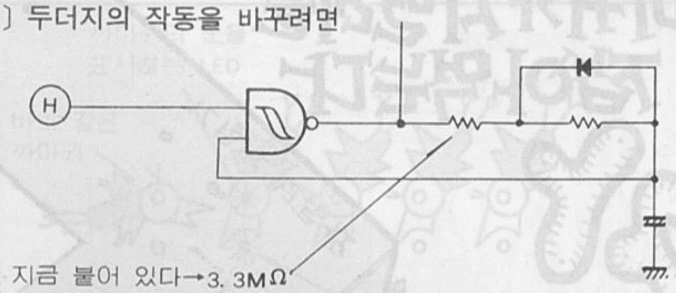
〔그림 7〕 푸시 스위치의 고정법

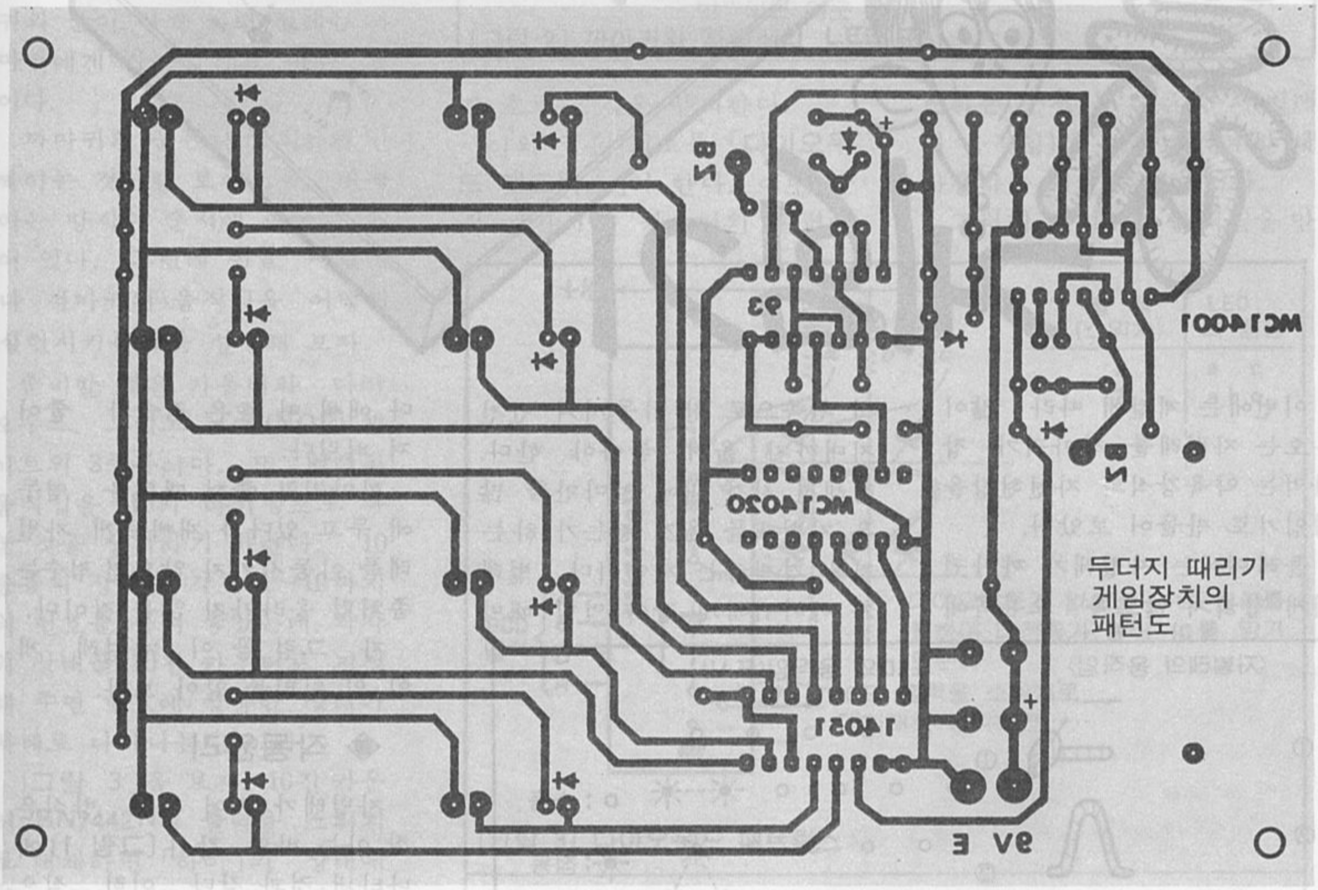
나타나는 장소가 크게 이동하지 않는 것 같다.

일단 **MC14040**을 가지고 있는 사람은 사용해 본 후에 **MC14020**을 사도 좋을 것이다.

또 두더지가 나오는 시간은 몇번이나 시험제작품을 플레이해 보고 결정한 것이지만, 〔그림 8〕과 같이 하면 좀 바꿀 수 있다. 여러분 자신에 맞추어 바꾸어 보아도 된다.

〔그림 8〕 두더지의 작동을 바꾸려면





두더지 때리기 게임장치의 패턴도

부 품 표

품명	수량	품명	수량
IC **MC14001, MC14020, MC14051, MC14093**	1	콘덴서 0.01μF 50V(세라믹)	2
IC 소켓 14핀용, 16핀용	각 2	저항 1kΩ (갈색－검정－빨강) 1/4W 5%	9
발광 다이오우드 빨강 5ϕ **TLR103**	8	100kΩ (갈색－검정－노랑) 〃	5
다이오우드 **1S1558**	3	1 MΩ (갈색－검정－녹색) 〃	3
플라스틱 케이스 197×112×60mm	1	3. 3MΩ (오렌지－오렌지－녹색) 〃	1
아크릴판 192×107mm(3mm 두께)	1	10MΩ (갈색－검정－파랑) 〃	2
감광기판 1.6×150×100mm	1	2ϕ×6 비스(슬라이드 스위치 & 압전 버저 고정용)	4
현상제, 압전버저, L쇠(대)	각 1	3ϕ×8 비스(전지 고정쇠 고정용)	1
미니 슬라이드 스위치(2p)	1	2ϕ 너트(압전 버저 고정용)	2
미니 푸시스위치(빨강)	8	3ϕ 너트(전지 고정쇠 고정용)	1
스페이서 10mm길이(나사 있는것)	4	1.6×3 붙박이 (붙박이 러그)	2
건전지 FC－1(9V), 전지스냅	각 1	비닐선(가는 것 1m짜리×6색)	1세트
콘덴서 47μF 10V	1	주석 도금선 0.4～0.5ϕ	10cm
10μF 25V	1		
0.47μF 25V	2		
0.1μF 50V(세라믹)	1		

까마귀가 자벌레를 잡아먹는다

자벌레 게임기

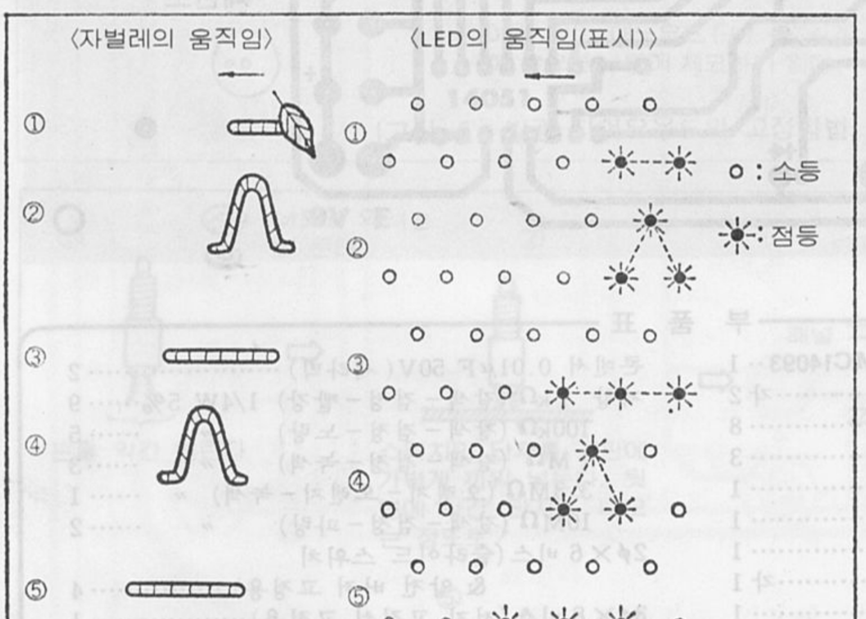


이번에는 계절에 따라 많이 나오는 자벌레를 까마귀가 잡아먹는 약육강식의 자연현상을 게임기로 만들어 보았다.

플레이어는 자벌레가 까마귀에게 잡히지 않도록 오른쪽에서 왼쪽으로 잘 이동시켜 안전지대까지 옮겨 놓아야 한다. 정해진 시간 내에 얼마만큼 많은 자벌레를 옮겨 놓는가 하는 것을 경쟁하는 게임이다. 벌레가 까마귀에게 잡아 먹힐 때마다 애써 따 놓은 점수가 줄어져 버린다.

까마귀의 출현 패턴을 염두에 두고 있다가 재빠르게 자벌레를 이동시키지 않으면 점수는 좀처럼 올라가지 않을 것이다.

자, 그럼 곧 이「자벌레 게임」의 원리를 알아 보자.



〔그림 1〕 자벌레의 움직임

◈ 작동원리

자벌레가 기어 가는 방식은 잘 아는 바와 같이〔그림 1〕에 나타낸 것과 같다. 이런 식으로 꾸물 꾸물 기어가는 모습을 게임으로 표현한 것이〔그림 1〕의 LED 발광 방식이다.

①의 타이밍으로 잎사귀 그늘에서 기어 나온 벌레는 등을 쳐든다.

②의 타이밍 다음, ③의 타이밍에야 겨우 신장의 반을 전진시킬 수 있다. 발광하고 있는 3개의 LED는 각각 벌레의 머리와 등과 꼬리를 나타내고 있다.

이렇게 하여 ⑩의 타이밍에서 최후의 안전지대(잎사귀 그늘)에 이르는 것인데, 벌레의

머리 위 상공에서는 까마귀가 벌레를 찾아 이리 저리 날고 있다. 〔그림 2〕를 보자. 까마귀는 모두 5마리지만 1마리만은 저쪽을 보고 있어서 이 까마귀는 자벌레를 잡아먹을 수 없다. 그렇기 때문에 그 밑으로 도망쳐 가면 안전하다.

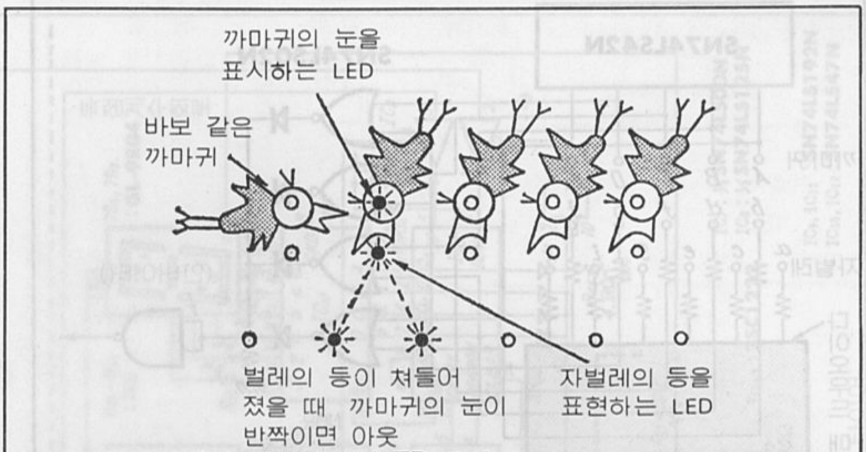
그러나 다른 4마리는 벌레가 밑을 지나가기를 기다렸다가, 벌레가 등을 쳐들었을 때 까마귀의 눈이 반짝 하고 벌레는 까마귀에게 잡아먹히고 마는 것이다.

까마귀의 눈은 불규칙하게 반짝이는 것처럼 보이도록, 반짝이는 방식의 순서에 연구가 되어 있다. 그런데 이들 자벌레나 까마귀의 움직임을 어떻게 실현시키는가를 설명해 보자.

준비할 것은 카운터와 다이오우드, 그리고 노어(NOR) 게이트의 3종류이다. 또 벌레의 움직임을 10의 타이밍으로 나눈 것을 상기하기 바란다. 10종류의 상태에 각각 1~10까지의 번호를 붙여 놓았는데, 각각의 상태를 10진 카운터로 지정해 주면 번호에 상응한 상태가 차례로 나타나는 것이다.

〔그림 3〕을 보자. 10진 카운터 **SN7442N**의 출력을 스위치로 대체하면 「하이」의 상태에서 +5V, 「로우」의 상태에서 0V로 되는 전환 스위치가 된다. 그리고 카운트할 때마다 「로우」가 하나씩 옮아 간다. 1이 「로우」일 때 LED의 a, c를 점등시키려고 하면 1의 단자에 a, c를 접속하고, 2가 「로우」일 때 a, b, c를 점등시키려고 하면 2의 단자에 a, b, c를 접속한다.

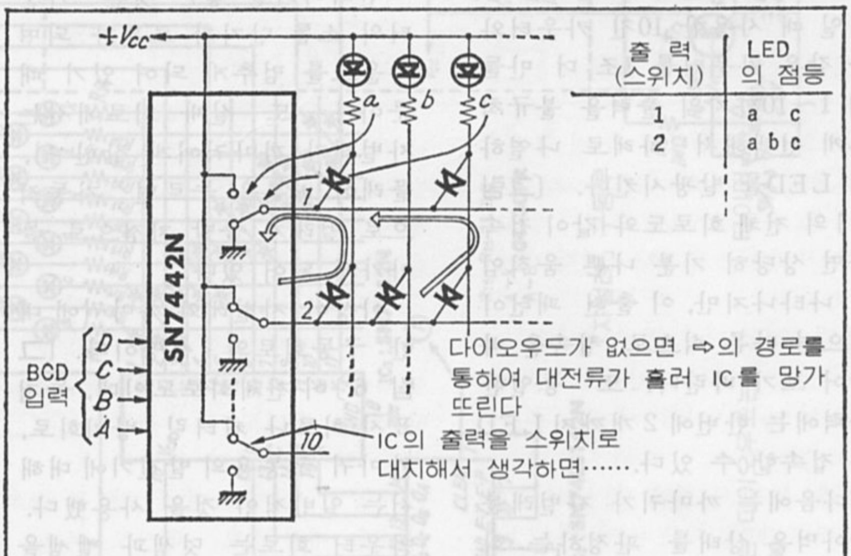
이렇게 하여 1~10의 출력에 대하여 각 상태에 따라 LED를 접속시켜 나가면 어떤 점등 순서라도 만들 수 있다. 또 다이오우드는 출력의 「하이」와 「로우」끼리 직접 접속되어 대전류



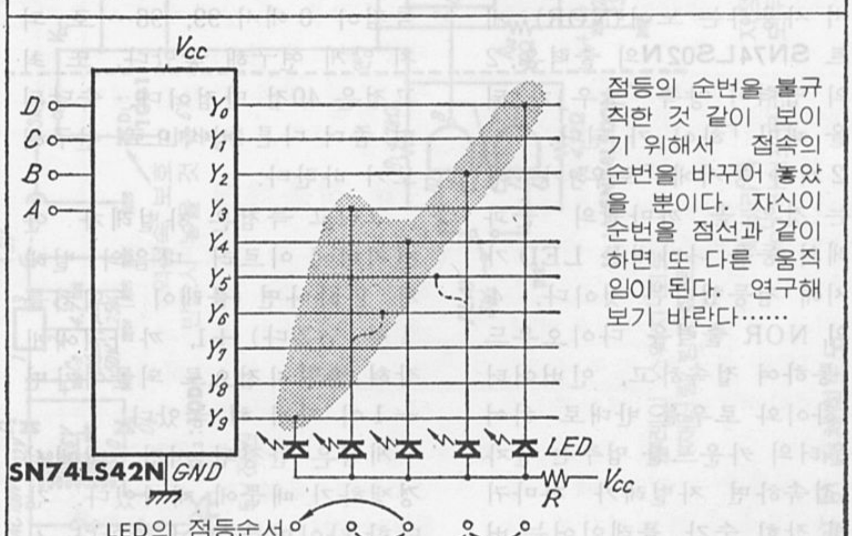
〔그림 2〕 까마귀와 자벌레의 LED 표시

가 흐르는 것을 방지한다.

이와 같은 회로를 「다이오우드 매트릭스」라 한다. 어떤 순서(여기서는 카운터의 출력이 변하는 순서)를 다른 순서(벌레의 움직임)로 변환시키려 할 때 사용하는 기술의 하나이다.

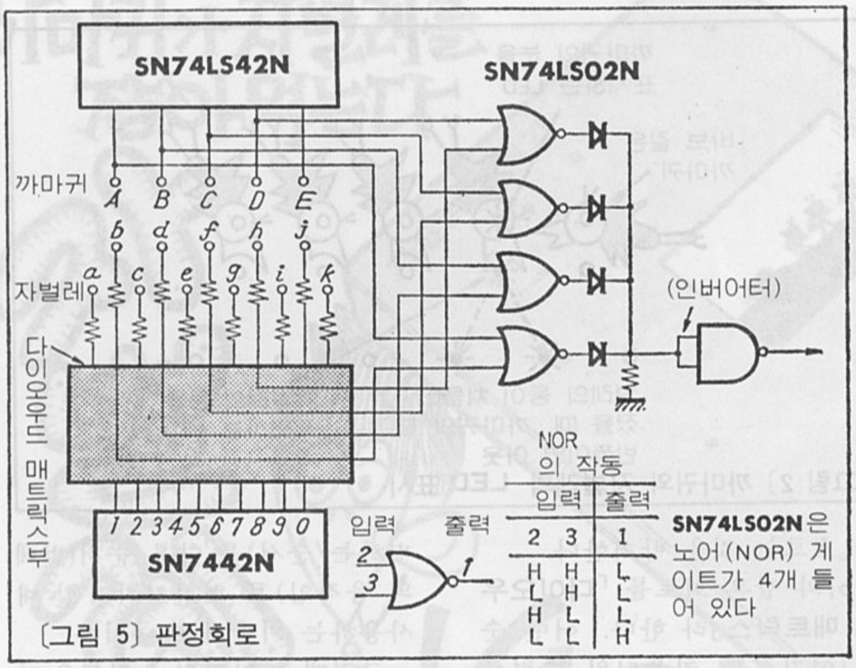


〔그림 3〕 다이오우드 매트릭스



〔그림 4〕 까마귀의 점등 순서

그런데 까마귀의 움직임을 만



〔그림 5〕 판정회로

드는 것은 간단하다. 벌레를 움직일 때 사용한 10진 카운터와 똑 같은 카운터를 1조 더 만들어, 1~10까지의 출력을 불규칙하게 선택해서 차례로 나열하여 LED를 발광시킨다. 〔그림 4〕의 전체 회로도와 같이 접속하면 상당히 기분 나쁜 움직임이 나타나지만, 이 출현 패턴이 싫으면 다른 식으로 접속을 바꾸어 보기 바란다. 또 동일한 출력에는 한번에 2개까지 LED를 접속할 수 있다.

다음에는 까마귀가 자벌레를 잡아먹은 상태를 판정하는 회로를 〔그림 4〕에 나타냈다. 여기서 사용하는 노어(NOR) 게이트 SN74LS02N의 출력은, 2개의 입력이 양쪽 「로우」가 되었을 때만 「하이」가 된다.

2개가 동시에 「로우」가 된다는 것은 곧, 까마귀의 눈과 벌레의 등을 나타내는 LED가 동시에 점등했다는 것이다. 4개의 NOR 출력을 다이오우드를 통하여 접속하고, 인버어터로 하이와 로우를 반대로 하여 카운터의 카운트를 멈추는 단자에 접속하면 자벌레가 까마귀에게 잡힌 순간, 플레이어는 버튼을 눌러도 벌레가 움직이지 않게 되는 것이다.

인버어터를 넣는 것은 카운터의 스톱 단자가 로우가 되면 카운트를 멈추게 되어 있기 때문이다. 또 실제 회로에서는 자벌레가 까마귀에게 잡힌 뒤, 플레이 버튼을 누르면 자동적으로 벌레가 출발 지점으로 돌아가게 되어 있다.

이상이 자벌레와 까마귀에 대한 구동회로의 설명이다. 〔그림 6〕이 전체회로도인데, 득점표시 회로나 채터링 방지회로, 까마귀 구동용의 발진기에 대해서는 일반적인 것을 사용했다. 카운터 회로는 덧셈과 뺄셈을 할 수 있는 좀 고급품으로서, 득점이 0에서 99, 98… 로 되지 않게 연구해 놓았다. 또 최고점은 40점 만점이다. 숙달되면 좀더 다른 방식으로 연구해 보기 바란다.

그리고 득점은 자벌레가 안전지대에 이르러 다음의 벌레가 나타나면 (플레이 스위치를 1번 누른다) +1, 까마귀에게 잡혀 출발지점으로 되돌아가면 −1이 되게 해 놓았다.

게임은 한정된 시간 내에서 경쟁하기 때문에 재미있다. 간단한 타이머를 붙여 놓았다. 시간은 3분간이다.

◈ 부 품

IC 부품표와 전체 회로도에 보인 것과 같다. SN7442N 중, 벌레를 움직이기 위한 1개는 보통의 TTL을 사용하지만 (전류를 많이 취하기 때문), 다른 IC는 모두 「로우 파워 쇼트키이 TTL」을 사용한다. 이것은 소비 전력을 작게 하기 위해서이다. 메이커에 따라 다소 호칭이 다르지만 ○○74LS○○ 같은 명칭이 붙어 있다. 또 같은 이름의 IC 같으면 어느 메이커제라도 쓸 수 있다.

다이오우드 1N60을 많이 사용한다. 가지고 있던 다이오우드를 활용하기 바란다. 중고 부품을 사용하면 값이 싸지는데, 그 때는 정상으로 작동하는지를 테스터로 체크해 보고 쓰는 것이 안전하다!

스위치류 3종류의 스위치를 사용하되 모두 다른 모우드를 필요로 하므로 주의하기 바란다. 〔그림 7〕에 자세히 그려 놓았다.

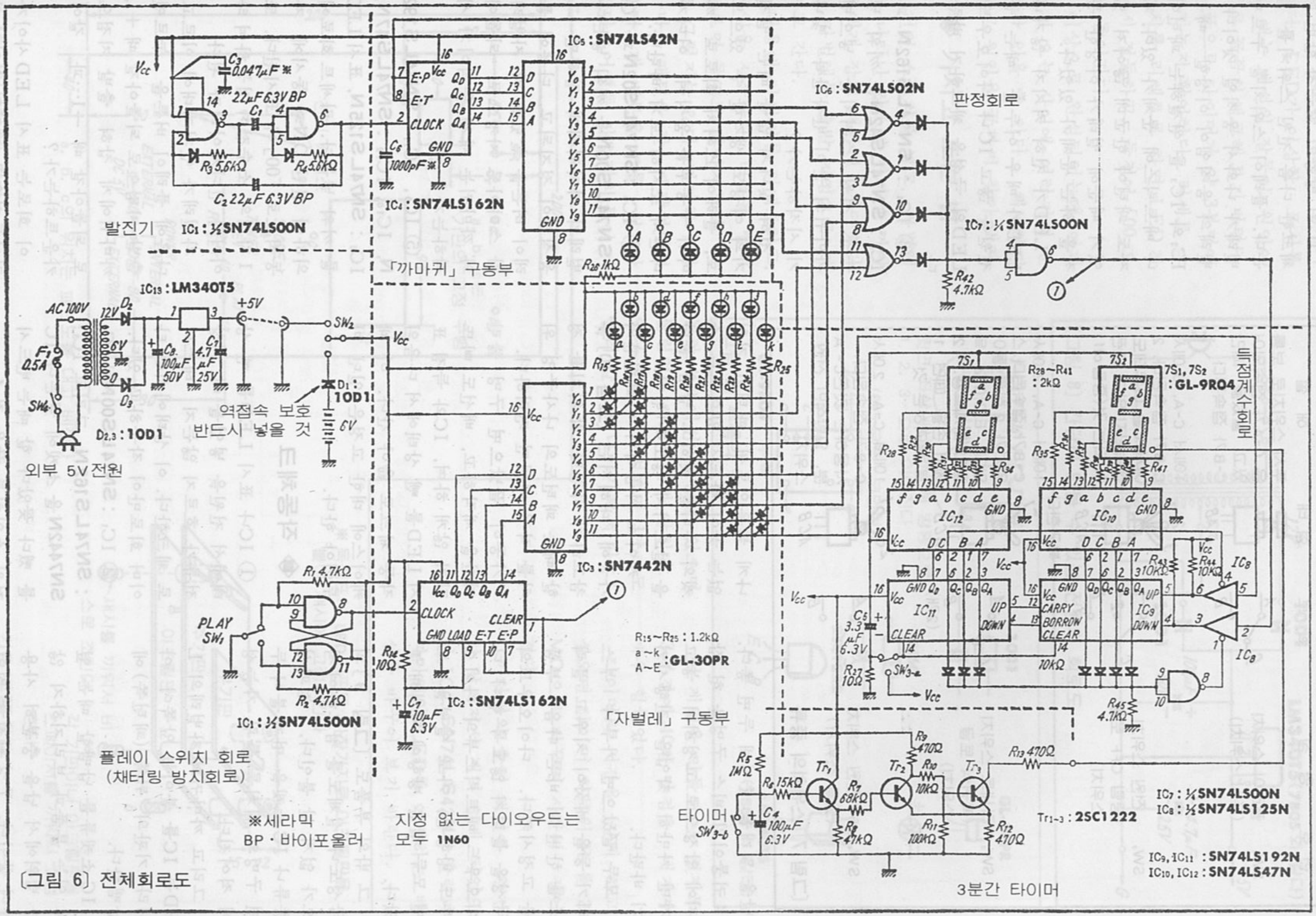
전원 시험이나 트러블 슈우트 등을 할 때, 또 완성시킨 다음 전지값을 절약하기 위해서도 꼭 만들어 두자. 〔그림 8〕과 같이 3단자 레귤레이터를 사용했기 때문에 간단히 안정된 전압을 얻을 수 있다.

◈ 제 작

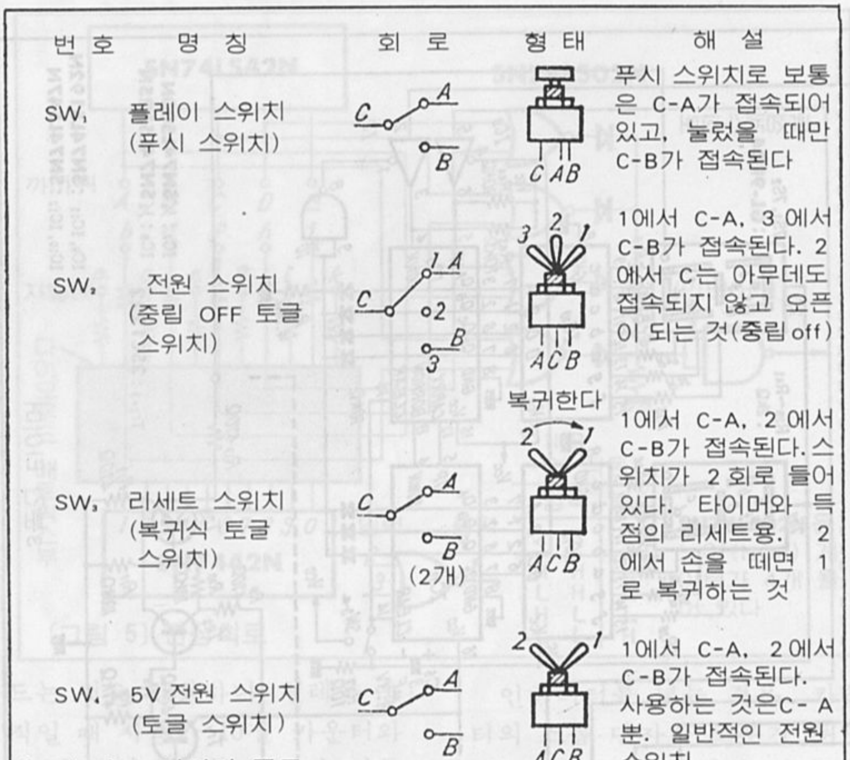
먼저 기판부터 만든다. 작은 패턴이 많기 때문에 레지스트 수정도 힘들지만, 기판만 만들면 반은 된 것과 같다.

감광기판의 레지스트가 희미해졌을 때는 레트라세트의 인스턴트 레터링(E151번)과 레트라라인(EF−005)으로 수정한다. 동판에 붙이기만하면 에칭에도 충분히 견딜 수 있다.

에칭이 끝나면 다음에는 구멍 뚫기이다. 0.8mm의 날과 전용 드릴로 뚫는데, 갈아 끼울


발진기
IC1 : ¼SN74LS00N
C3 0.047μF※
22μF 6.3V BP
C2 22μF 6.3V BP
R3 5.6kΩ
R4 5.6kΩ
C6 1000pF※
IC4 : SN74LS162N
IC5 : SN74LS42N
IC6 : SN74LS02N
판정회로
IC7 : ¼SN74LS00N
R42 4.7kΩ
R26 1kΩ
「까마귀」 구동부
IC13 : LM340T5
AC 100V
F1 0.5A
SW4
D2,3 : 10D1
외부 5V 전원
C8 100μF 50V
C7 4.7μF 25V
+5V
SW2
D1 : 10D1
6V
역접속 보호
반드시 넣을 것
R15~R25 : 1.2kΩ
a~k
A~E : GL-30PR
IC3 : SN7442N
「자벌레」 구동부
PLAY SW1
R1 4.7kΩ
R2 4.7kΩ
IC1 : ¼SN74LS00N
R14 10Ω
C7 10μF 6.3V
IC2 : SN74LS162N
플레이 스위치 회로
(채터링 방지회로)
※세라믹
BP · 바이포울러
지정 없는 다이오우드는
모두 1N60
R28~R41 : 2kΩ
7S1, 7S2 : GL-9R04
득점계수회로
R43 10kΩ
R44 10kΩ
C5 3.3μF 6.3V
R27 10Ω
SW3-a
10kΩ
R45 4.7kΩ
타이머 SW3-b
R5 1MΩ
R6 15kΩ
C4 100μF 6.3V
R7 68kΩ
R8 47kΩ
R9 470Ω
R10 10kΩ
R11 100kΩ
R12 470Ω
R13 470Ω
Tr1~3 : 2SC1222
IC7 : ¼SN74LS00N
IC8 : ½SN74LS125N
IC9, IC11 : SN74LS192N
IC10, IC12 : SN74LS47N
3분간 타이머

[그림 6] 전체회로도



〔그림 7〕 스위치의 종류

날을 몇개쯤 준비해 두면 좋다. 4귀퉁이의 비스 구멍을 헌 잡지에 압정으로 고정시켜 놓고 가만 가만히 작업을 진행시키기 바란다.

모두 끝났으면 가루나 부스러기 등을 깨끗이 치우고 플럭스를 한번 더 바른 다음 부품을 고정시킨다. 다이오우드의 극성을 틀리지 않도록 한다. 다이오우드 매트릭스부의 다이오우드 방향은, 가로 일렬을 보면 모두 같은 방향이 되게해 놓았다.

그 밖의 부품도 〔그림 9〕의 극성도나 실체도를 참고하여 착오가 없게 잘 붙인다. 점퍼선 종류나 IC소켓을 먼저 붙여 두면 구멍의 위치를 틀릴 가능성이 적어진다.

그리고 까마귀와 자벌레의 LED는 IC를 붙이는 앞쪽이 아니라 기판의 뒤쪽(패턴쪽)에 납땜한다.

IC소켓류를 납땜할 때는 옆에 있는 부품과 브리지하지 않는 범위에서 납을 충분히 사용하여 붙인다. 구멍위치를 벗어나게 뚫음으로써 패턴이 거의 없는 곳이 반드시 있으므로, 소켓의 다리를 젖히고 납땜 불량을 일으키지 않도록 한다.

케이스 가공이나 아크릴판의 가공에 대해서는 〔그림 10〕을 참고하기 바란다. 각 위치를 정할 때는 패턴도의 나사구멍 위치를 직접 베끼면 편리하다.

가공이 끝났으면 구멍 뚫린 기판을 제작하고, 배선도 빠뜨리지 않게 하며, IC와 득점 표시 LED를 뺀 상태에서 다음의 작동 체크로 옮아 간다. 이 때 케이스에 대한 고정은 일단 미루어야 한다.

◈ 작동체크

① IC나 표시 LED를 뺀 상태에서 전원을 넣었을 때, 이상 전류가 흐르지 않는지 테스터로 체크한다. 이 상태에서는 타이머 회로만이 작동하고 있다.

② IC_1 : **SN74LS00N**과 IC_2 : **SN74LS162N**, 그리고 IC_3: **SN7442N**을 소켓에 꽂는다. IC를 뺐다 꽂았다 할 때는 반드시 전원 스위치를 끊을 것!

IC의 방향이 맞는지 한번 더 체크한 다음 전원 스위치를 넣는다. 플레이 스위치를 누르면 벌레가 나와서 움직일 것이다. 벌레의 움직임이 이상할 때는 IC_2와 IC_3를 연결하는 패턴이나 매트릭스에 문제가 있다. 필자도 패턴이 한군데 끊어져 있었기 때문에 벌레가 이상한 동작을 하는 문제가 있었다.

LED가 전혀 켜지지 않거나 LED가 매우 어두울 때는 곧 전원을 끊고 IC나 다이오우드, LED의 극성을 체크하기 바란다.

③ IC_4 : **SN74LS162N**과 IC_5 : **SN74LS42N**을 끼워 넣는다. 전원 스위치를 넣으면 까마귀의 눈이 반짝반짝 빛나기 시작하는가?

전혀 빛나지 않을 때는 발진기의 이상도 생각할 수 있으므로, 플레이 스위치 회로로 까마귀 구동부를 움직여 어디가 나쁜지 조사해 보기 바란다.

④ IC_6 : **SN74LS02N**과 IC_7 : **SN74LS00N**을 끼워 넣는다. 벌레가 까마귀에게 잡히면 그 움직임이 정지되고, 다음에 플레이 버튼을 눌렀을 때 자벌레가 스타아트 지점으로 되돌아와 까마귀는 재차 움직이기 시작하는가?

⑤ IC_9, IC_{11} : **SN74LS192N**, IC_{10}, IC_{12} : **SN74LS47N**, IC_8 : **SN74LS125N**, 표시 LED를 끼워 넣는다. 리세트 회로에 의하여 전원 ON과 동시에 자동적으로 「00」이 표시된다. 또 1자리의 소수점이 점등하여 타이머의 인디케이터가 된다.

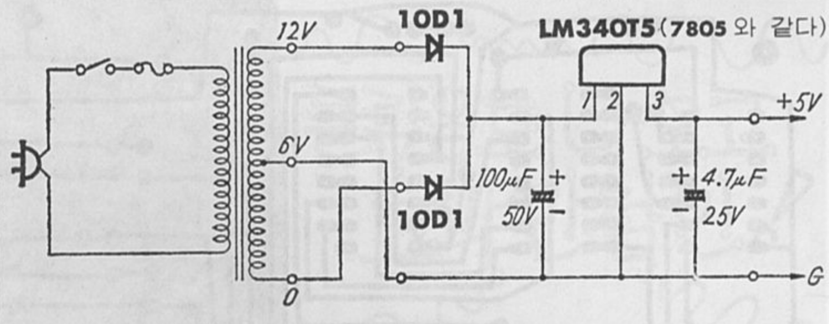
자벌레가 안전지대에 이르고, 다음에 플레이 버튼을 누르면 출발 지점으로 되돌아갈 때 +1, 까마귀에게 잡혀 출발 지점으로 되돌아갈 때 −1…과 같이 카운트하는가?

이 회로는 표시 LED사이가 리이드선으로 연결되어 있기 때

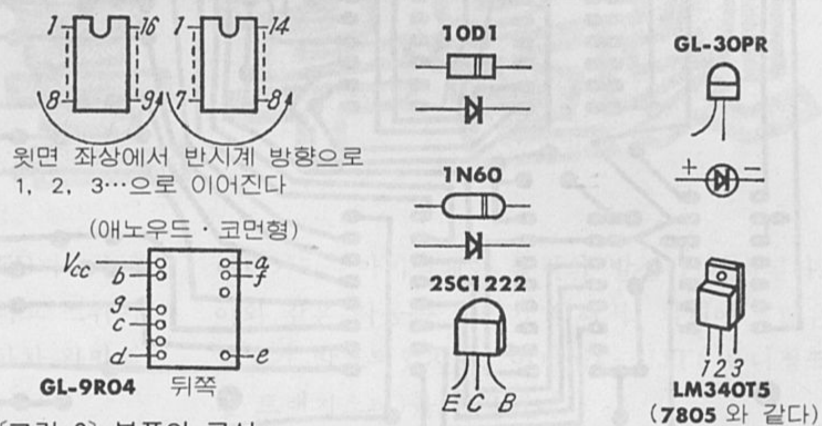
문에 자칫하면 착오가 생기기 쉽다. LED가 이상한 표시를 할 때는 배선의 잘못이 원인이므로 꼼꼼히 체크해 보기 바란다.

끝으로 타이머가 약 3분만에 꺼지는지 확인한다. 리세트 스위치를 리세트로 하면 LED가 다시 점등하고, 득점이 「00」으로 돌아간다.

이상으로 완성되었는데, 여기까지 오는 사이에 여러가지 문제가 있을 줄 안다. 체념하지 말고 원인을 끝까지 찾아 내자.



〔그림 8〕 간단히 만들 수 있는 전원의 회로도



〔그림 9〕 부품의 극성

◈ 가지고 노는 법

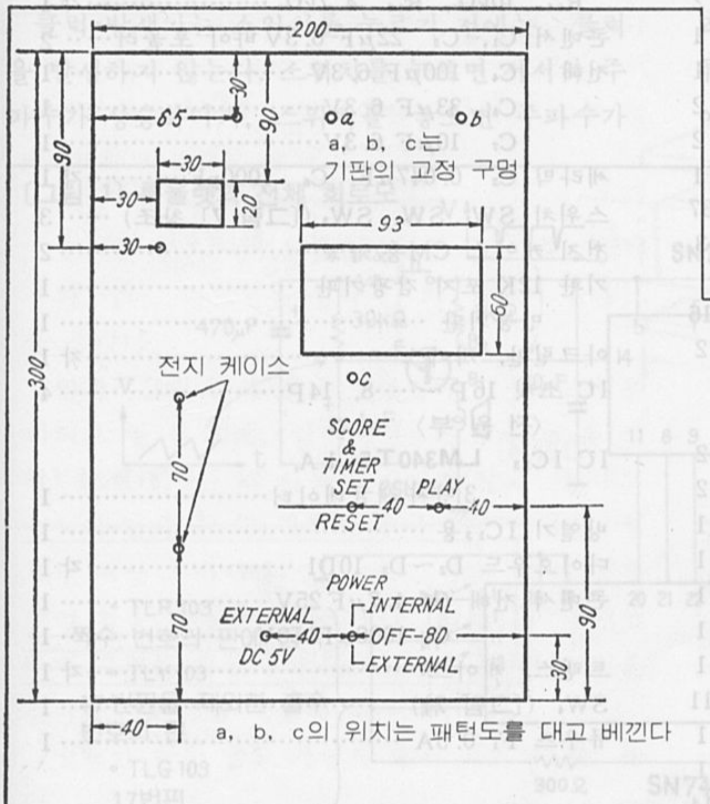
전원 스위치를 넣고, 자벌레가 나타난 장소에 따라서 까마귀에게 잡힐 때까지 기다렸다가 자벌레를 출발 지점으로 가지고 간다.

다음에 타이머를 리세트하고, 게임을 시작한다. 버튼을 빨리 누르면 득점도 많아지느냐 하면 그렇지는 않다. 까마귀가 나타나는 패턴을 잘 생각하면서 재빠르게 버튼을 누를 필요가 있다. 어쨌든 자벌레의 등이 쳐들린 상태에서 가만히 있으면 틀림없이 까마귀에게 잡힌다. 일단 등을 쳐들었으면 1초라도 빨리 앞으로 나아가게 한다.

이 게임을 만들어 낸 필자도 3분간에 40점 만점을 내기가 매우 힘들었다.

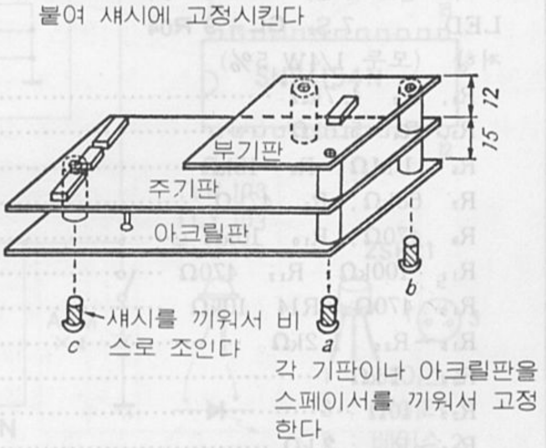
타이머의 시간을 길게 하고 싶으면 타이머 회로의 R_5를 2 MΩ으로 바꾸면 시간이 길어진다.

까마귀의 출현 패턴이 완전히 알려져서 재미 없게 되었으면 IC_5 : SN74LS42N의 출력과 까마귀의 LED를 연결하는 배선을 바꾸어 보기 바란다.

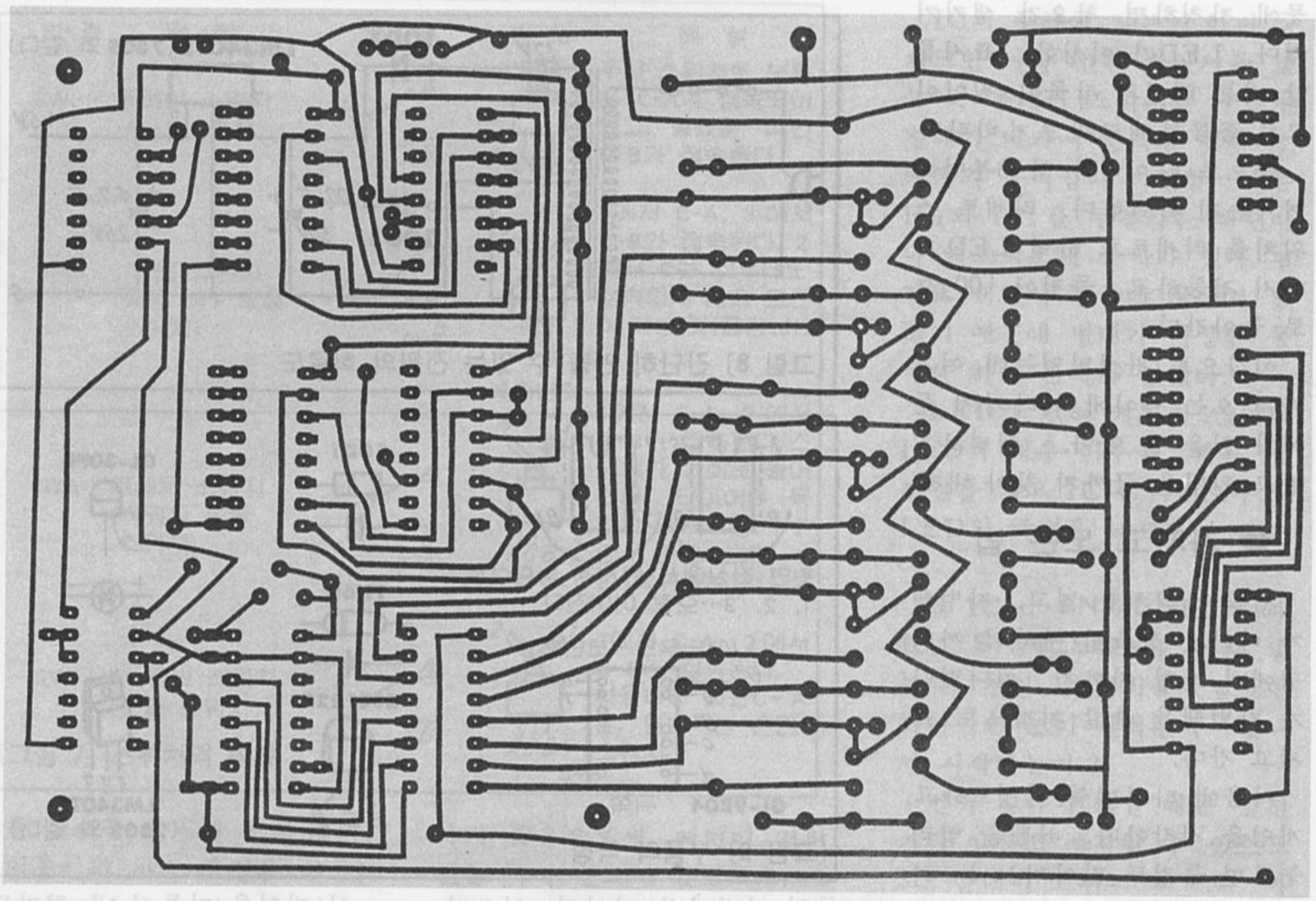


〔그림 10〕 섀시의 가공도

※ 득점표시 LED 기판도 마찬가지로 아크릴판을 붙여 섀시에 고정시킨다



기판 고정 방법

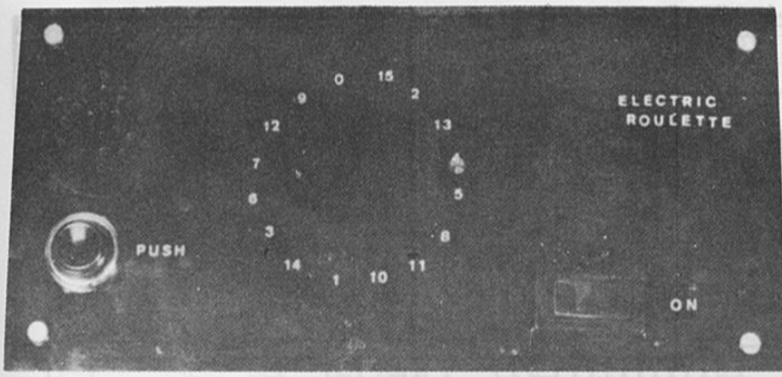


자벌레 게임기의 패턴도(원치수)

부 품 표

IC IC₁, IC₇ SN74LS00N ······································ 2
IC₂, IC₄ SN74LS162N ······································ 2
IC₃ SN7442N, IC₅ SN74LS42N ··· 각 1
IC₆ SN74LS02N IC₈ SN74LS125N 각 1
IC₉, IC₁₁ SN74LS192N ······································ 2
IC₁₀, IC₁₂ SN74LS47N ······································ 2
다이오우드 D₁ 10D1 ······································ 1
1N60 ······································ 37
트랜지스터 Tr₁, Tr₂, Tr₃ 2SC1222 ········· 3
발광 다이오우드 a~k
A~E GL-30PR ······································ 16
7세그먼트 7S₁ GL-9R04 ······································ 2
LED 7S₂ GL-9R04
저항 (모두 1/4W 5%)
R₁, R₂ 4.7kΩ ······································ 2
R₃, R₄ 5.6kΩ ······································ 2
R₅ 1MΩ, R₆ 15kΩ ······································ 각 1
R₇ 68kΩ, R₈ 47kΩ ······································ 각 1
R₉ 470Ω, R₁₀ 10kΩ ······································ 각 1
R₁₁ 100kΩ, R₁₂ 470Ω ······································ 각 1
R₁₃ 470Ω, R14 10kΩ ······································ 각 1
R₁₅~R₂₅ 1.2kΩ ······································ 각 11
R₂₆ 1kΩ ······································ 1
R₂₇ 10Ω ······································ 1
R₂₈~R₄₁ 2kΩ ······································ 각 14

R₄₂ 4.7kΩ, R₄₃ 10kΩ ······································ 각 1
R₄₄ 10kΩ, R₄₅ 4.7kΩ ······································ 각 1
콘덴서 C₁, C₂ 22μF 6.3V 바이 포울러 ··· 2
전해 C₄ 100μF 6.3V ······································ 1
C₅ 33μF 6.3V ······································ 1
C₇ 10μF 6.3V ······································ 1
세라믹 C₃ 0.047μF, C₆ 1000pF ······· 각 1
스위치 SW₁, SW₂, SW₃ ([그림 7] 참조) ······ 3
전지 케이스 CM-용 ······································ 2
기판 12K 포지 감광기판 ······································ 1
만능기판 ······································ 1
아크릴판, 케이스 ······································ 각 1
IC 소켓 16P ·······8, 14P ······································ 4
〈전 원 부〉
IC IC₁₃ LM340T5 1A,
3단자 레귤레이터 ······································ 1
방열기 IC₁₃용 ······································ 1
다이오우드 D₂~D₃ 10D1 ······································ 각 1
콘덴서 전해 C₇ 4.7μF 25V ······································ 1
C₈ 1000μF 50V ······································ 1
트랜스, 케이스 ······································ 각 1
SW₄ ([그림 7]) ······································ 1
퓨우즈 F₁ 0.5A ······································ 1



클릭음도 나오고 효과만점인!

디지틀 루울렛

스위치를 누르면 둥글게 늘어선 LED가 차례로 발광하여 일정한 속도가 된다. 그리고 스위치를 놓으면 이번에는 LED의 속도가 차차 완만해지고 마지막에는 딱 그친다.

LED의 회전과 더불어 클릭음도 나오게 하자.

◈ 회로에 대하여

클릭 발생기와 카운터, 디코우더로 구성되어 있다.

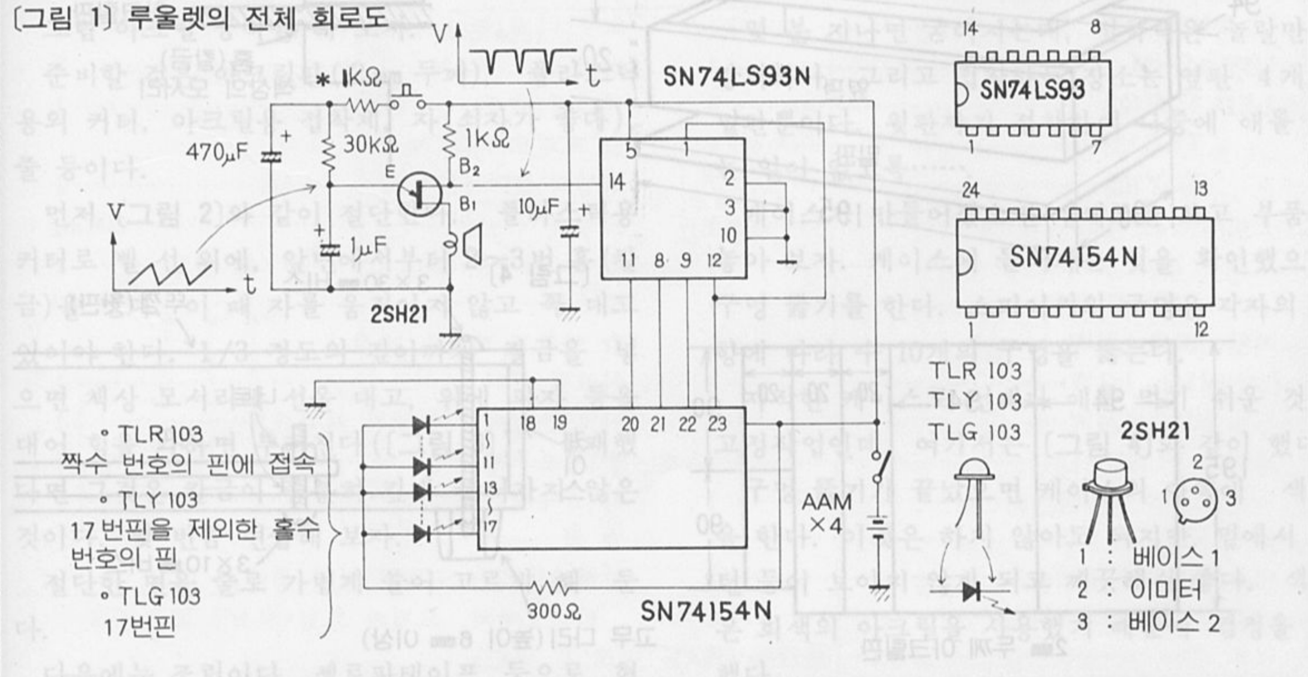
클릭 발생기는 스위치를 누르기 전에는 클릭을 발생하지 않는다. 스위치를 누르면 서서히 주파수가 상승하다가, 스위치를 놓으면 주파수가 내려가고, 마지막에는 클릭의 발생이 정지된다.

이와 같은 작동을 시키기 위해서 과거에 많은 회로가 발표되었지만, 이번에는 UJT(유니정크션 트랜지스터)를 사용했다.

이 UJT라는 소자를 사용한 이번의 클릭 발생 회로에 대하여 간단히 설명한다.

전체 회로도 ([그림 1])를 보자. 스위치를 누르면 30kΩ을 통하여 1μF에 전하가 흘러 들어가기 때문에 E(이미터)의 전압은 상승한다. 그리고 어떤 전압 V_P가 되면 갑자기 $E-B_1$간에 전류가 흐르기 시작하고(1μF을 단락시키게 된다) 이미터 전압은 급격히 저하한다. 그리고 이미터

〔그림 1〕 루울렛의 전체 회로도





전압이 약 2V가 되면 $E-B_1$간은 도통이 멈추어지고, 다시 30kΩ을 통하여 1μF에 충전이 시작된다.

위와 같은 순서로 발생한 펄스를 다음의 카운터, (**SN74LS93**)에 입력시켜 준다.

카운터 IC **SN74LS93**은 2진과 8진의 카운터가 든 IC로서, 여기서는 2개의 카운터를 접속하여 16진 카운터로 사용한다. 별로 본 적이 없는 IC인지도 모르지만, 「라모」에도 가끔 등장하는 **SN7490**이라는 10진 카운터의 한 부류로서 접속도 거의 같다고 생각하기 바란다.

다른 점은 $Q_D \sim Q_A$가 「0000」에서 「1001」까지가 아니라 「0000」부터 「1111」까지, 즉 10진수로서 0부터 9까지가 아니라 0부터 15까지 변화하는 점과 프리세트 9가 없는 점이다.

클럭 발생기로부터의 펄스를 카운터로 세고, $Q_D \sim Q_A$로 변환시켰기 때문에 이 출력을 다음의 디코우더에 넣어 LED를 발광시킨다.

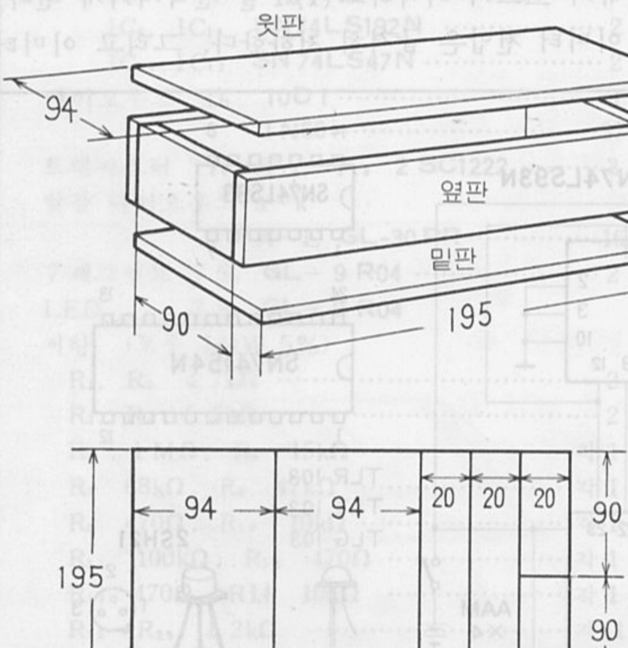
여기서 **SN154N**이 등장한다. 이 IC는 G_1과 G_2가 「0」일 때만 $Q_D \sim Q_A$에서 지정한 출력을 「0」으로 한다. 카운터로부터의 입력은 0,1,2,3·13, 14, 15, 0,1,2…와 같이 변화하므로, 디코우더의 출력을 0,1,2…13, 14, 15의 순으로 둥글게 나열해 두면 루울렛과 같이 빛을 돌아가게 할 수 있다.

회로에 대해서는 이 정도로 해 둔다. 실제는 〔그림 1〕과 같이 된다.

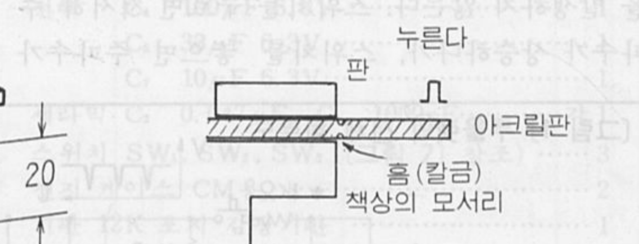
◈ 제 작

기판부터 만들자. 100×75의 기판을 사용한

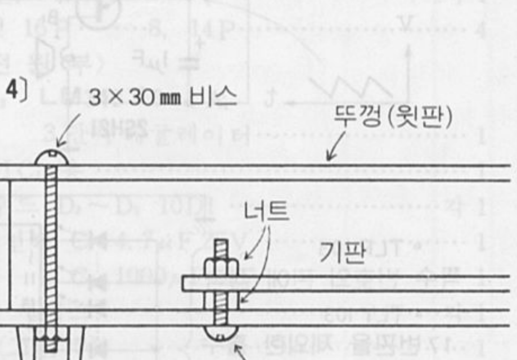
〔그림 2〕

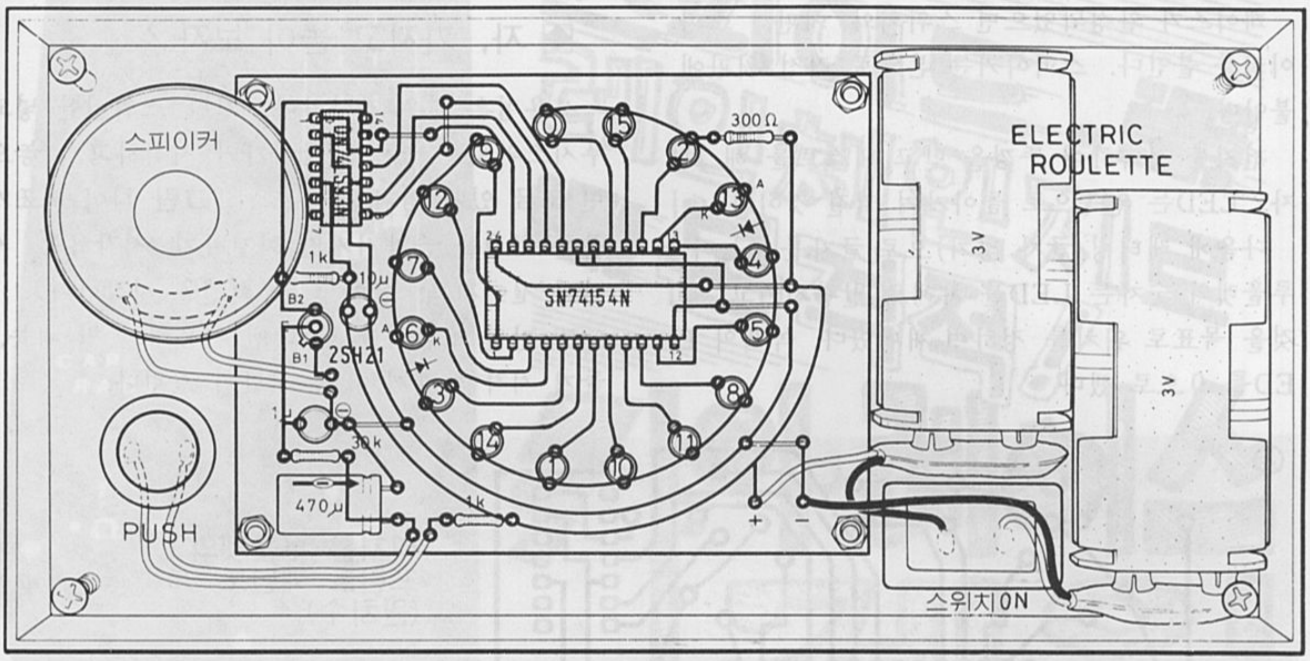


〔그림 3〕



〔그림 4〕





루울렛의 실체도

다. 2IC, 1UJT로서 간단하므로 쉽게 만들 수 있다. 점퍼선이 6개 정도 있으니 잊지 말고 모두 배선한다.

다 되었으면 스피이커와 스위치를 접속하여서 작동하는지 확인해 보자. 본기의 작동, 즉 작동시의 전류는 약 50mA였다.

기판이 만들어졌으면 다음에는 케이스의 제작이다. 여기서는 얇게 만들기 위해서 아크릴로서 자작했지만, 그것이 귀찮으면 시판되고 있는 것을 사서 이용해도 된다.

그럼 아크릴 공작을 해 보자.

준비할 것은 아크릴판(2㎜ 두께), 플라스틱용의 커터, 아크릴용 접착제, 자(쇠자가 좋다), 줄 등이다.

먼저 〔그림 2〕와 같이 절단한다. 플라스틱용 커터로 벨 선 위에, 앞면에서부터 2~3번 홈(칼금)을 낸다. 이 때 자를 움직이지 않고 꽉 대고 있어야 한다. 1/3 정도의 깊이까지 칼금을 넣으면 책상 모서리에 선을 대고, 위에 판자 등을 대어 힘을 가하면 부러진다(〔그림 3〕). 실패했다면 그것은 칼금이 충분히 깊게 들어가지 않은 것이다. 몇 번쯤 연습해 보자.

절단한 면을 줄로 가볍게 쓸어 고르게 해 둔다.

다음에는 조립이다. 셀로판테이프 등으로 형태를 만들어 버린다. 그리고 고무밴드로 접착할 면을 밀착시킨다. 이것은 접착제의 성질상 꼭 하도록 한다. 왜냐 하면 이 접착제는 본드 등과 달라서 아크릴재를 일시적으로 녹여서 접착하게 되어 있으므로, 틈이 벌어져 있으면 접착이 되지 않는 것이다.

그럼 접착을 해 보자. 주사기를 사용하거나 붓을 사용하는 경우도 있지만, 요는 밀착된 면 사이에 접착제를 고루 묻히면 되므로 모세관 현상의 응용이라고 생각하면 된다.

몇 분 지나면 굳어지는데, 접착력은 놀랄만큼 강력하다. 그리고 접착하는 장소는 옆판 4개와 밑판뿐이다. 윗판까지 접착하여 나중에 애를 먹는 일이 없도록……

케이스가 만들어졌으면 실체도를 보고 부품을 놓아 보자. 케이스에 들어가는 것을 확인했으면 구멍 뚫기를 한다. 스피이커의 구멍은 각자의 취향에 따라 수 10개의 구멍을 뚫는다.

자작한 케이스로 언제나 애를 먹기 쉬운 것이 고정작업인데, 여기서는 〔그림 4〕와 같이 했다.

구멍 뚫기가 끝났으면 케이스의 안쪽에 색칠을 한다. 이것은 하지 않아도 되지만, 밑에서 패턴 등이 보이지 않게 되고 깨끗해서 좋다. 색깔은 회색의 아크릴을 사용했기 때문에 검정을 칠했다.

케이스가 완성되었으면 스위치와 기판, 스피이커를 붙인다. 스피이커는 본드로 직접 윗판에 붙인다.

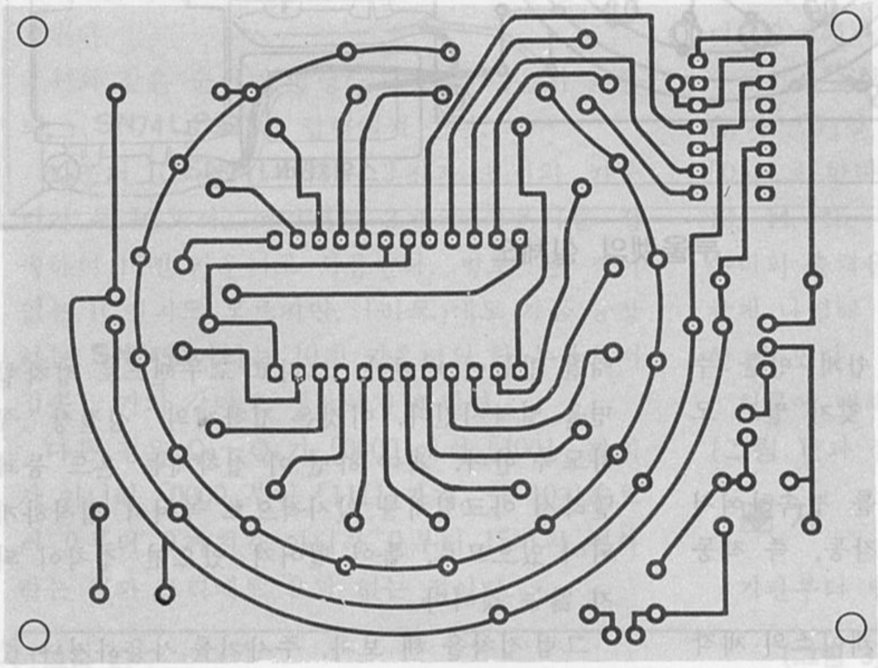
전지를 접속하여 뚜껑을 닫고 테스트를 해 보자. LED는 왼쪽으로 돌아가며 켜질 것이다.

다음에 레터링(글자 넣기)으로 글자를 넣는다. 루울렛의 숫자는 LED를 차례로 발광시키고, 그것을 목표로 위치를 정하면 재미있다. 녹색의 LED를 0으로 했다.

◈ 자, 가지고 놀아 보자!

사용법은 매우 간단하다. 전원 스위치를 넣고 푸시스위치를 누르면 돌아가기 시작하고, 놓으면 조금 있다 멈춰진다. 또, 〔그림 1〕이 *표가 붙은 1kΩ을 증가시키면 회전하기 시작하는 시간이 길어지고, 줄이면 곧 회전을 시작한다.

또 전원 스위치를 넣고 맨 처음에 돌릴 때는, 돌기 시작할 때까지 좀 시간이 걸린다.

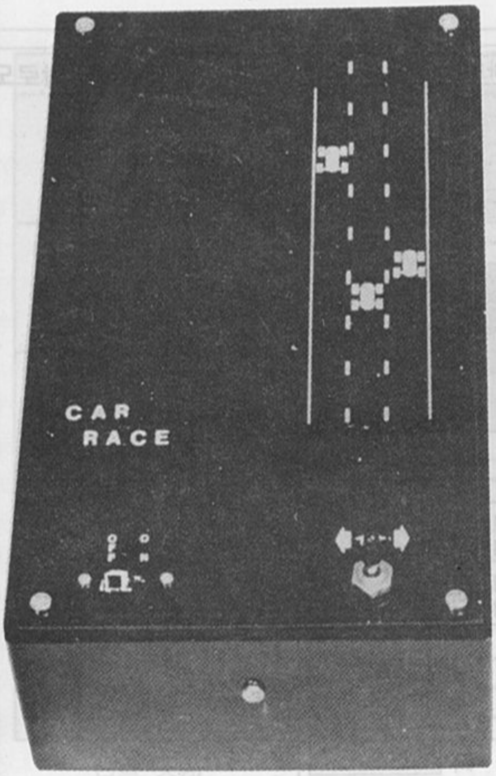


디지틀 루울렛의 프린트 패턴도 (원치수)

부 품 표

IC SN74154N, SN74LS93N ············ 각 1
UJT 2SH21 ············ 1
LED TLR103 ············ 8
TLG103 ············ 1
TLY103 ············ 7
콘덴서 1 μF 16V ············ 1
10 μF 16V ············ 1
470 μF 16V ············ 1
저항 300Ω 1/4W ············ 1
1kΩ 1/4W ············ 2
30kΩ 1/4W ············ 1
스위치 PUSH-ON ············ 1
ON-OFF ············ 1
기판 10K(100×75㎜) ············ 1
아크릴판(250×200㎜) ············ 1
비스 3×10㎜, 3×30㎜ ············ 각 4
너트 3㎜ ············ 8

고무 다리(높이 6㎜ 이상) ············ 4
전지 박스(AAM×2) ············ 2
레터링(백색) ············ 1
☆ 프린트 기판 제작
현상액 DP-10 ············ 1
에칭액 ············ 200mℓ
현상·에칭용 용기 120×180×40 정도 ············ 1
땜납 ············ 약간
☆ 아크릴 케이스 제작
아크릴 커터 ············ 1
아크릴 접착제(2 염화 메틸렌) ············ 1
줄(사포·평줄 등) ············ 1
자(금속제가 좋다) ············ 1
☆ 공 구
납땜인두(20~30W 정도가 좋다), 니퍼, 라디오펜치, 드릴과 드릴날



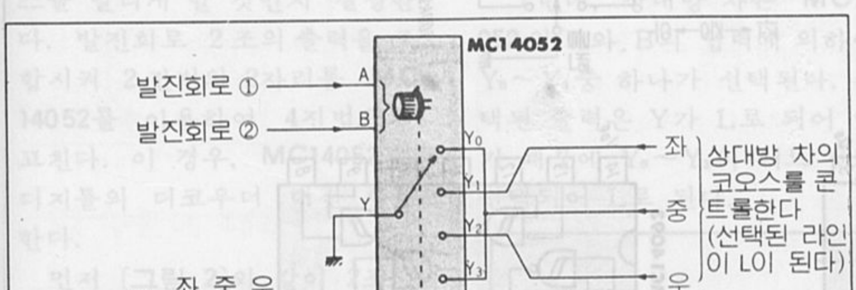
스피이드, 레인체인지로 본격적! 카아레이스 게임

드디어 여러분이 기다리던 **카아 레이스**를 소개한다. 예정보다 이 기사가 늦어진 것은 어떻게 해서든지 5IC 이내로 설계하려고 했기 때문이다. 새 회로의 원리를 채용하여 5IC로 완성시켰다. 물론 액션 사운드도 있다. 무척 재미있는 게임이다.

상대방의 차를 자꾸만 앞질러 가는 게임이다. 상대방 차는 3개의 차선 위를 자유로이 코오스를 바꾸면서 달리고 있기 때문에 게임을 하는 사람은 자기 차가 가는 코오스를 콘트롤하여 상대방 차에 격돌하지 않도록 달리게 한다.

일정한 시간 내에 몇대의 상대편 차를 앞지르는가를 겨루는 게임이다. 상대방 차에 격돌하면 그 차는 표시에서 사라지고 액션 사운드도 그쳐 버린다. 차례로 달려가는 상대방차를 좌우로 피하면서 앞질러 나간다.

과연 여러분은 명드라이버가 될 수 있을지. 격돌 카아 레이스를 만들어 보자.

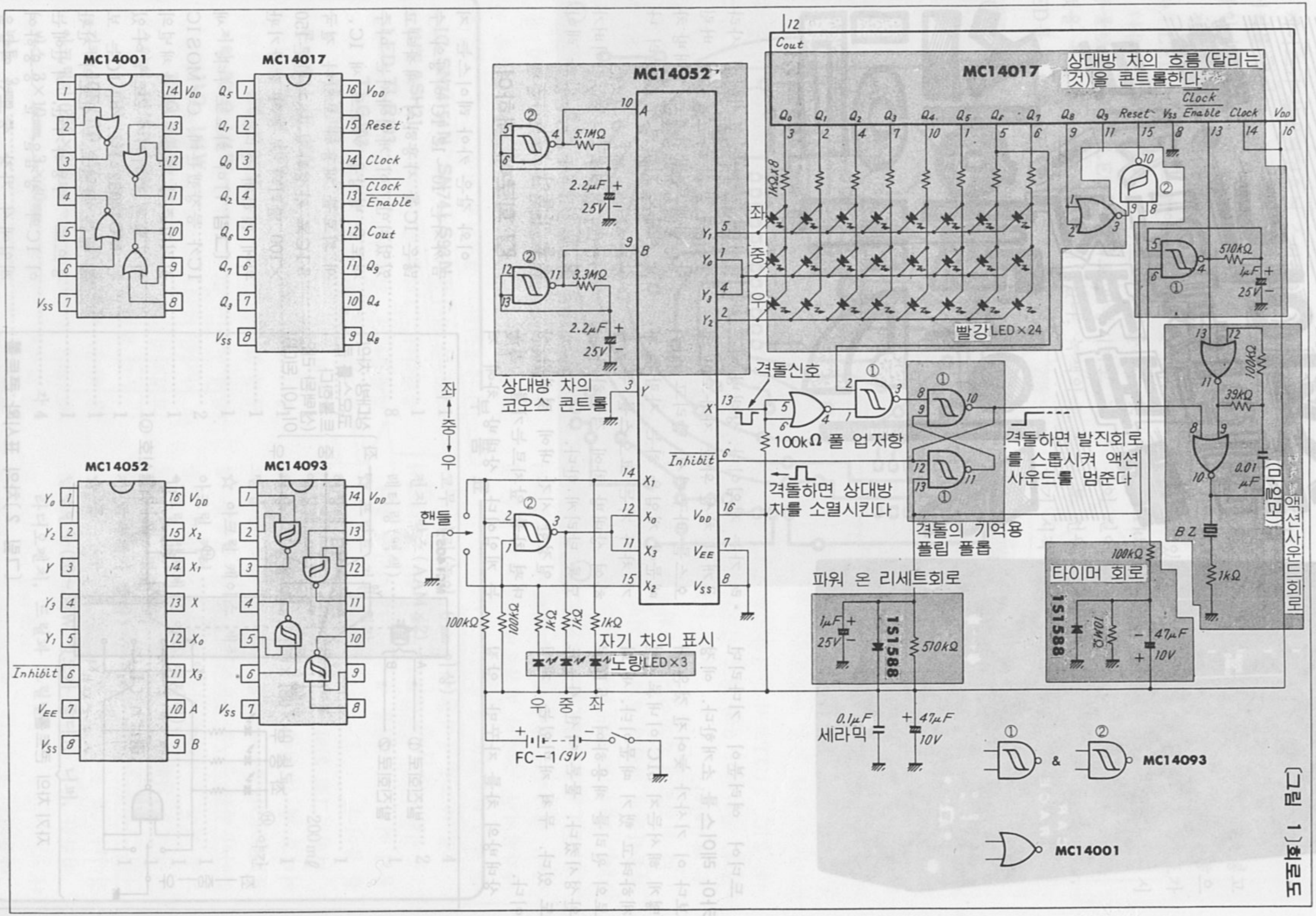


〔그림 2〕차의 표시와 콘트롤

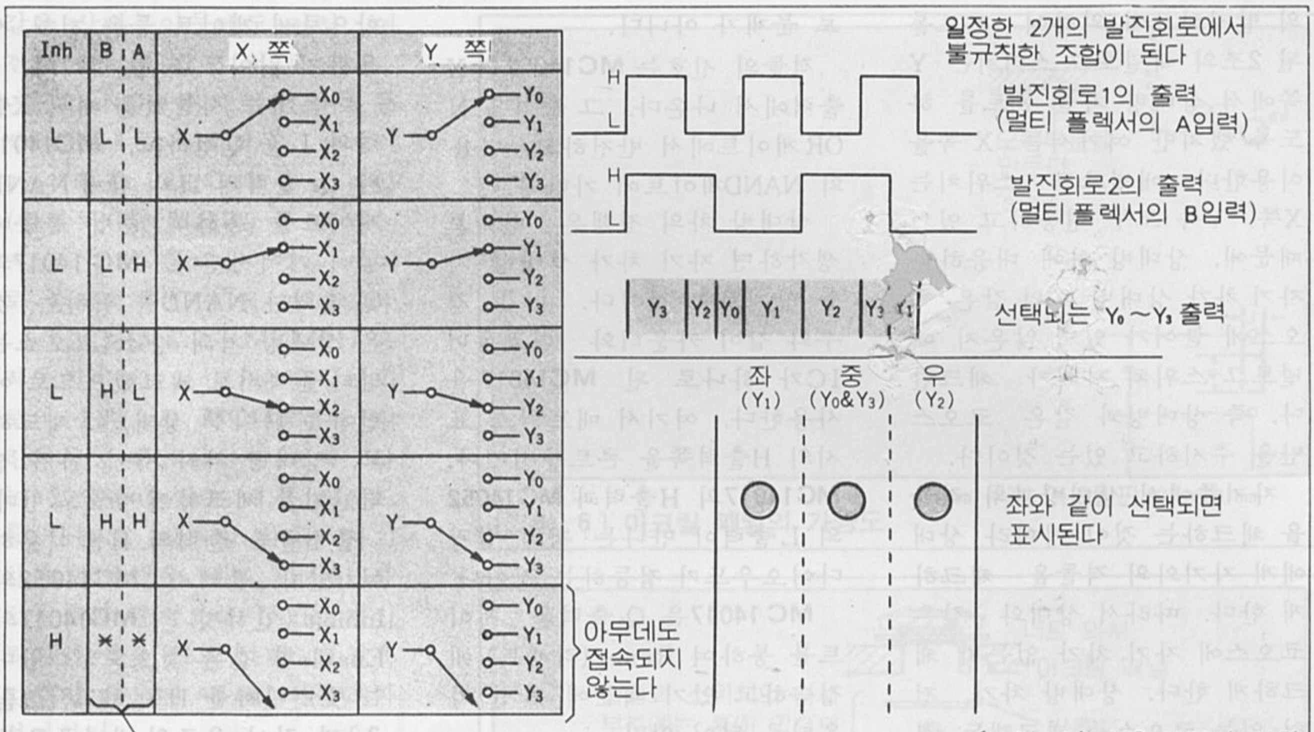
◇ 회로에 대하여

이와 같은 카아 레이스는 지금까지는 10~12 IC 이상의 수많은 IC를 사용하여 제작되고 있었지만, 이 게임에서는 아주 새로운 발상을 기초로 새 IC, 새 회로를 채용해 보았다. 결국 5IC로 완성하였고, 기판은 150×100 밀리의 보통의 감광기판 위에 얹히게 된다.

〔그림 1〕이 회로도이다. 새 IC가 등장했는데, C-MOS IC 시리이즈의 하나로서 4채널의 애널로그 스위치가 2조 들어 있는 MC14052이다. 이 IC는 보통 때는 애널로그 신호의 전환용으로 사용하지만, 이번에는 이 IC의 장점을 잘 응용하여 게임에서 가장 중요한 역할을


MC14001
MC14017
MC14052
MC14093
상대방 차의 흐름(달리는 것)을 콘트롤한다
발강LED×24
격돌신호
100kΩ 풀 업저항
격돌하면 상대방 차를 소멸시킨다
격돌하면 발진회로를 스톱시켜 액션 사운드를 멈춘다
격돌의 기억용 플립 플롭
액션 사운드 회로 (마일러)
타이머 회로
파워 온 리세트회로
상대방 차의 코오스 콘트롤
자기 차의 표시
노랑LED×3
핸들
좌 중 우
FC-1(9V)
세라믹
1S1588
MC14093
MC14001

〔그림 1〕회로도



〔그림 3〕 MC14052의 역할

맡기고 있다. 그 역할은 각 부분을 설명할 때 이야기하기로 한다.

먼저, 상대방 차의 콘트롤과 표시를 보면, 적은 IC로 수 많은 표시를 콘트롤시키기 위해서 여기서는 매트릭스 표시방법을 이용한다.

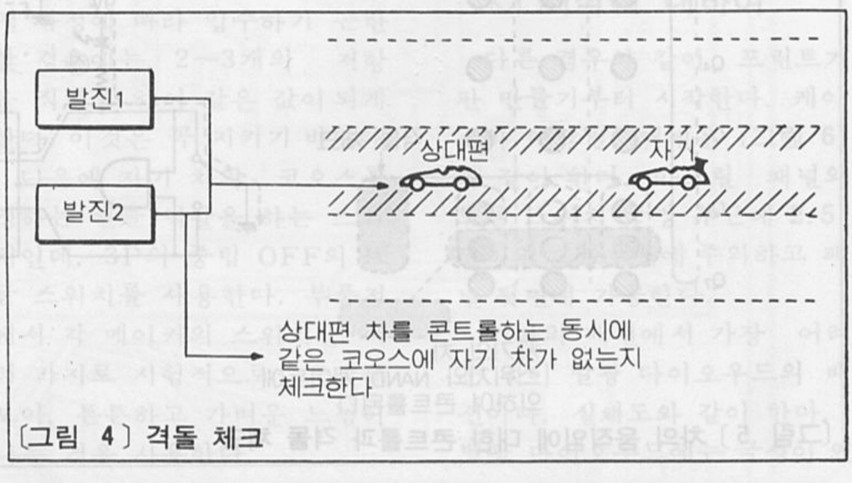
〔그림 2〕와 같이 상대방 차는 2조의 시미트 NAND게이트에 의한 발진회로로써 어느 코오스를 달리게 할 것인지 결정한다. 발진회로 2조의 출력을 조합시켜 2진법의 2자리를 MC14052를 이용하여 4진법으로 고친다. 이 경우, MC14052는 디지틀의 디코우더 대신 사용한다.

먼저 〔그림 2〕와 같이 2조의 발진회로 출력으로 MC14052중 2조의 애널로그 스위치를 콘트롤한다. Y와 Y_0~Y_3 및 X와 X_0~X_3 2조의 스위치가 있다. A와 B의 입력에 의하여 Y와 Y_0~Y_3의 어느 것이 접속된다. 그리고 X와 X_0~X_3의 어느 것도 접속된다. 어떻게 접속되는가 하면 〔그림 3〕과 같이 된다.

애널로그 스위치는 보통의 디지틀 회로와 달라 신호를 어느 방향으로도 흘릴 수 있다. Y에서 Y_0~Y_3 쪽으로도, Y_0~Y_3에서 Y로도 흘릴 수 있다.

X와 X_0~X_3도 마찬가지이다. 즉 A와 B가 손잡이의 역할을 하고, 그 손잡이를 돌리는 방법에 따라 X와 Y의 2련 로우터리 스위치가 움직이는 것 같이 느껴진다.

그런데, 상대방 차는 MC14052의 A와 B의 입력에 의하여 Y_0~Y_3중 하나가 선택된다. 선택된 출력은 Y가 L로 되어 있기 때문에 Y_0~Y_3의 어느 것도 선택되어 L로 된다.



〔그림 4〕 격돌 체크

2개의 발진회로는 끊임 없이 발진하고 있으므로 Y_0~Y_3도 변한다.

이것으로 상대방 차의 옆 방향에 대한 변화를 콘트롤한다.

한편 자기의 차는 NAND 게이트(여기서는 시미트 NAND를 이용)와 스위치로 콘트롤하지만, 여기는 간단하므로 여러분이 생각해 보기 바란다. 이대로는 자기 차의 콘트롤은 할 수 있지만, 상대방 차와 격돌했는지 어떤지 모른다. 이번에도 MC14052의 나머지 X쪽 애널로그 스위치를 이용한다.

그러면 어떻게 격돌을 체크하는가. 〔그림 2〕와 같이 2개

의 발진회로에 의하여 콘트롤된 2조의 애널로그 스위치는 Y쪽에서 상대방 차를 콘트롤 하도록 했지만 여기서는 X쪽을 이용한다. 애널로그 스위치는 X쪽, Y쪽 모두 연동하고 있기 때문에, 상대방 차에 대응하여 자기 차가 상대방 차와 같은 코오스에 들어가 있지 않은지 애널로그 스위치 자체가 체크한다. 즉 상대방과 같은 코오스만을 주시하고 있는 것이다.

자기쪽에서 상대방과의 격돌을 체크하는 것이 아니라 상대에게 자기와의 격돌을 체크하게 한다. 따라서 상대와 같은 코오스에 자기 차가 없는지 체크하게 한다. 상대방 차가 전혀 없는 코오스를 체크해도 격돌은 일어날 리가 없기 때문이다(〔그림 4〕).

자기쪽에서 체크하거나 반대로 상대방에서 체크해도 같은 격돌이 일어날 것이다. 중요한 것은 2대의 차가 격돌했는가인데, 그 격돌을 체크하는 방법은, 체크만 되면 방법은 어떤 것이라도 좋다. 중요한 것은 무엇을 시키느냐이지, 방법은 별로 문제가 아니다.

격돌의 신호는 **MC14052**의 X출력에서 나온다. 그 출력을 NOR게이트에서 반전하고, 다음의 NAND게이트에 가한다.

상대방 차의 진행은 반대로 생각하면 자기 차가 상대방 차를 앞지르는 것이다. 다른 경우와 같이 카운터와 디코우더 IC가 하나로 된 **MC14017**을 사용한다. 여기서 매트릭스 표시의 H출력쪽을 콘트롤시킨다. **MC14017**의 H출력과 **MC14052**의 L출력이 만나는 점의 발광 다이오우드가 점등하는 것이다.

MC14017은 Q_8출력을 게이트를 통하여 Reset(리세트)에 접속하고 있기 때문에 8진 카운터로 되어 있다.

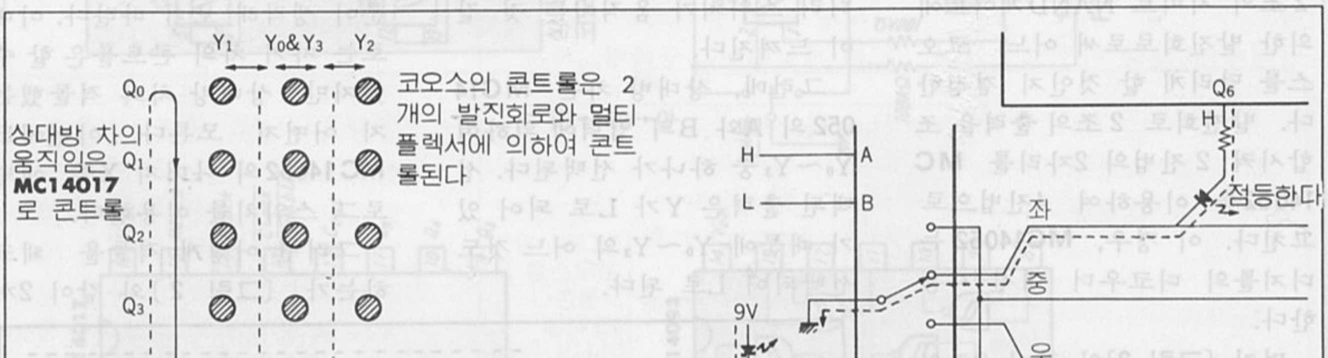
상대방 차와 자기 차의 격돌 체크는 **MC14017**의 Q_6이 H출력일 때, 자기 차가 같은 코오스에 없는지 체크한다. 〔그림 5〕와 같이 자기의 차 앞에 상대방 차가 있으면 격돌하게 된다.

〔그림 5〕를 보면 알 수 있지만, 자기 차가 격돌을 체크하는 것이 아니라 상대방 차에서 체크하고 있는 것이다. 그렇게 함으로써 게이트 등을 전혀 사용하지 않아도 되는 것이다.

다음에는 격돌했을 때의 X출력의 L을 반전하고, **MC14017**의 Q_6 출력의 H와 함께 NAND게이트를 통하여 플립 플롭에 넣어 기억시킨다. **MC 14017**의 Q_6 출력과 NAND를 취하는 것은 상대방 차의 장소(코오스는 멀티 플렉서로 체크했으므로 이번에는 나아간 상태)를 체크하고, 상대방 차와 자기 차가 정면인지를 체크하여 격돌로 한다.

플립플롭 출력의 H를 이용하여 멀티 플렉서 **MC14052**의 Inhibit(인히빗 : **MC14017**의 Enable과 같은 것으로 택한다는 뜻) 단자를 H로 하고, 〔그림 3〕과 같이 2조의 애널로그스위치를 양쪽 모두 떨어지게 해버린다. 그 때문에 Y와 Y_0～Y_3 사이도 접속되지 않으므로 상대방차의 표시는 **MC14017**의 Q_6의 H출력이 멀티 플렉서를 통하여 어어드에 흐르지 않기 때문에 LED 표시가 꺼진다.

한편 격돌 체크의 X와 X_1～X_3도 접속되지 않으므로 X는 하이 임피이던스(공중에 뜬 것



〔그림 5〕 차의 움직임에 대한 콘트롤과 격돌 체크

같은 상태 : 아무데도 전혀 연결되어 있지 않은 것)로 되고, 나중의 NOR 게이트가 잘못 동작하기 때문에 그것을 방지하기 위해서 100kΩ의 풀업 저항(입력을 H레벨로 끌어 올리는 저항 : 끌어 올리는 것을 영어로 풀업이라 한다)을 넣고 있다.

사운드 회로는 **MC14017**을 작동시키기 위한 클럭 발진회로의 출력으로 **MC14001**의 발진회로를 콘트롤하여 삑삑 하는 움직임이 있는 액션 사운드를 만든다. 상대방 차와 자기차가 격돌했을 때는 반전한 플립플롭의 출력으로 NOR 게이트의 한쪽을 H로 하여 발진을 멈추기 때문에 액션 사운드가 정지한다.

이것으로 이 게임의 회로역할을 간단히 이야기했다. 멀티플렉서 IC의 **MC14052**가 얼마나 중요한 역할을 하고 있는지 다소 알게 되었을 줄 안다.

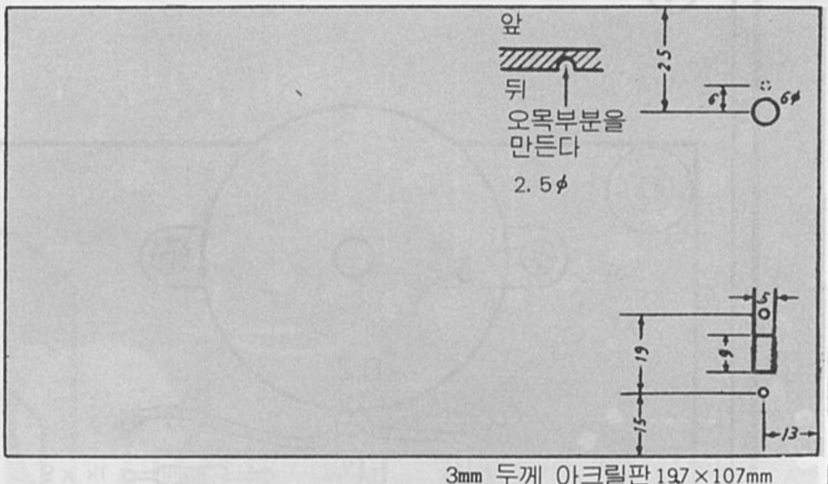
이 멀티 플렉서 덕분에 IC의 수가 반 이하로 줄었다.

이 게임에서는 이 밖에도 일정시간만 게임을 계속할 수 있는 타이머나 전원스위치를 ON으로 하는 동시에 게임이 리세트되는 파워 ON 리세트의 역할도 있다.

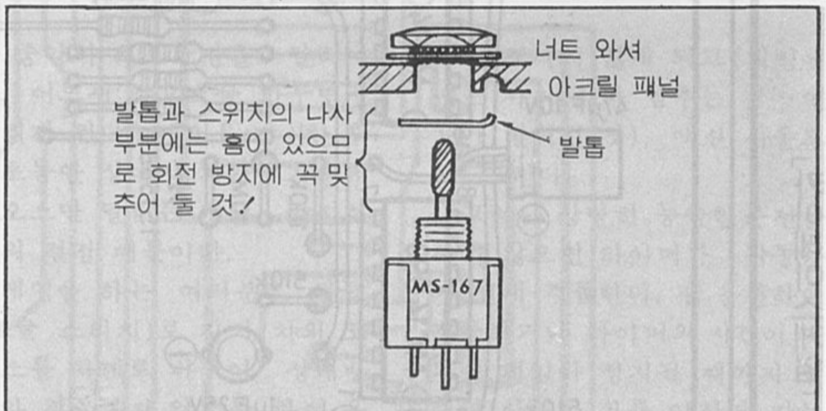
이 게임은 디지틀 게임기 중에서도 매우 큰 작품이다. 여러분도 용기를 내어 제작해 보기 바란다.

◫ 부품에 대하여

여기서는 상대방 차의 표시와 움직임을 매트릭스 방식으로 하고 있다. 그 때문에 부품의 수가 적지만, 결점으로서 각 타이밍 회로의 선택 방식이 민감하다. 그래서 우선 2개의 **MC 14093**은 반드시 모토롤러 제를 사용하도록 한다. 다른 메이커의동등품이면 발진주파수가 크게 변화하여 게임으로서 성립되지 않기 때문이다.



〔그림 6〕 아크릴 패널의 가공도



〔그림 7〕 토글 스위치의 고정

다른 메이커의 제품일 경우, 얼마나 변하는지 자세히 체크해 보지는 않았지만 어떤 메이커의 IC는 배 정도 변화한다.

그와 동시에 발진회로 3개의 저항과 콘덴서도 반드시 같은 값으로 하기 바란다. 1μF과 510kΩ, 2.2μF과 3.3MΩ, 2.2μF과 5.1MΩ이다. 3.3MΩ과 5.1MΩ은 시판되고 있지만 지역 사정에 따라 입수하기 곤란할 경우에는, 2~3개의 저항을 직렬로 하여 같은 값이 되게 한다. 이것은 꼭 지키기 바란다.

다음에 자기 차의 코오스를 정하는 핸들 역할을 하는 스위치인데, 3P의 중립 OFF의 토글 스위치를 사용한다. 부품점에서 각 메이커의 스위치를 여러 가지로 시험적으로 조작해 보아, 튼튼하고 가벼운 느낌이 나는 것을 사용한다

색깔은 여러분의 취향에 따라 택하면 된다.

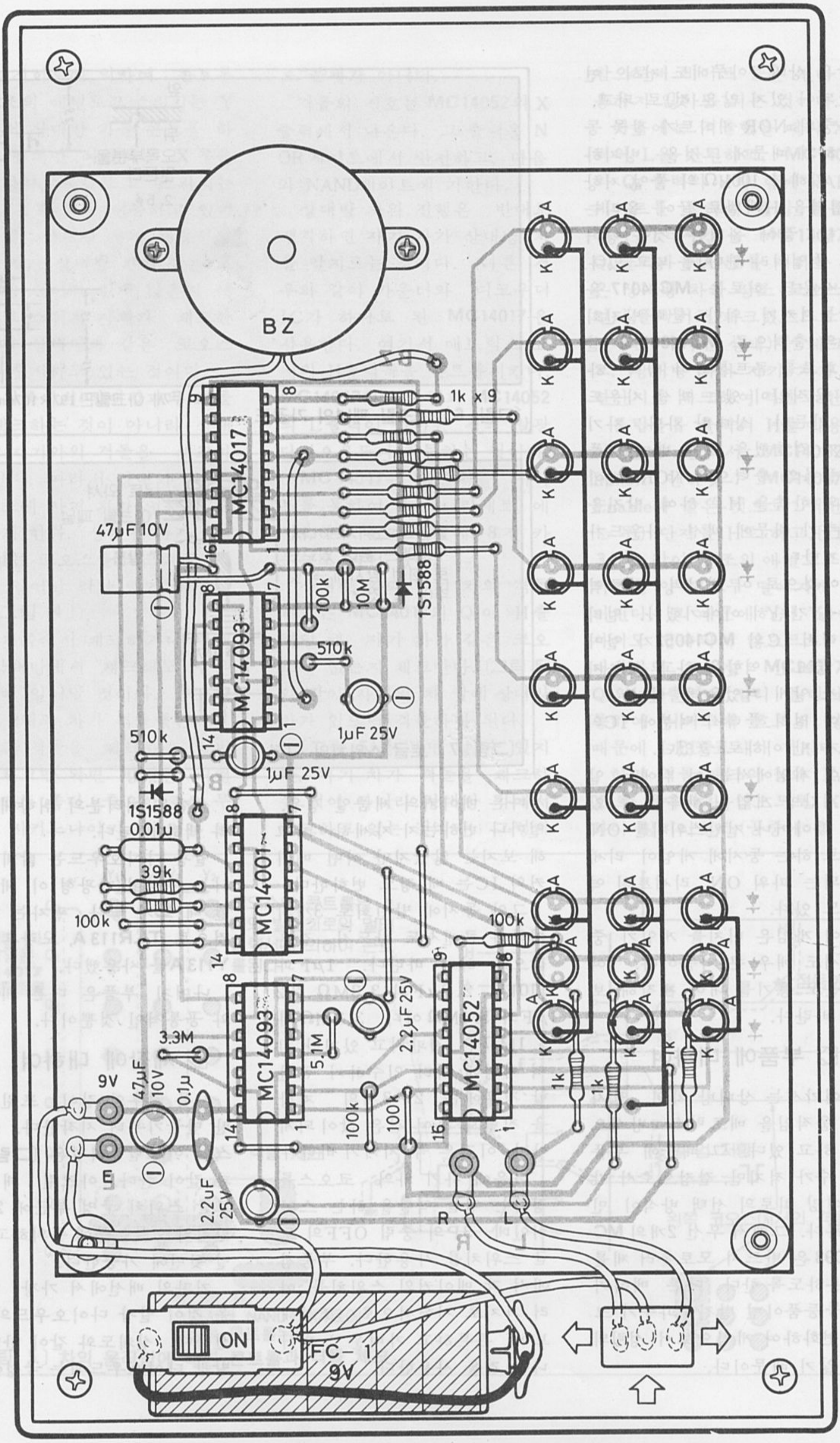
발광 다이오우드는 밝게 빛나는 투명형(단광형)이 게임을 할 때 보기 좋다. 필자는 빨간 것으로 **TLR113A**, 노랑은 **TLY113A**를 사용했다.

나머지 부품은 다른 게임기와 공통적인 것뿐이다.

◫ 제작에 대하여

다른 경우와 같이 프린트기판 만들기부터 시작한다. 케이스와 아크릴 패널은 〔그림 6〕과 같이 한다. 아크릴 패널의 토글 스위치 구멍 부근에 2.5밀리의 오목부분에 주의하고 패널 뒷면에 가공한다.

기판의 배선에서 가장 어려운 것이 발광 다이오우드의 배선이다. 실체도와 같이 한다. 발광 다이오우드에는 극성이 있



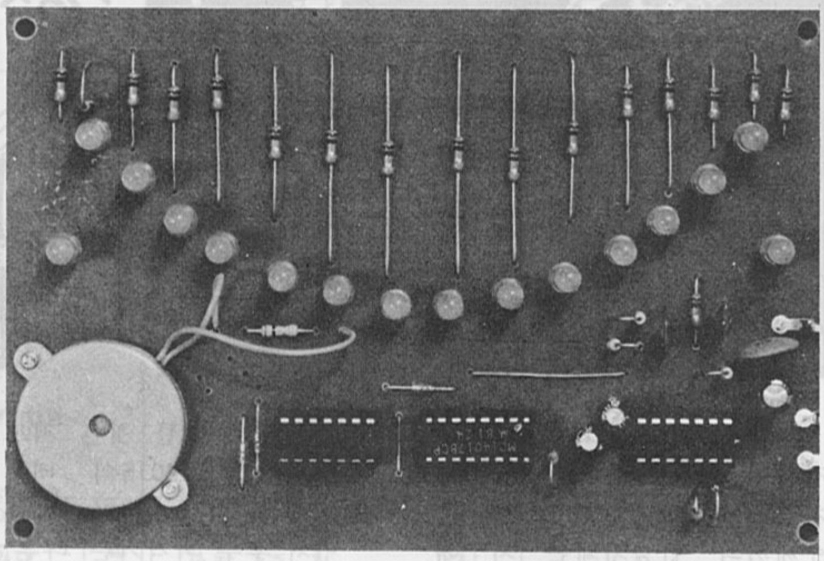
BZ
MC14017
1k x 9
47μF 10V
MC14093
100k
10M
1S1588
510k
1μF 25V
510k
1S1588
0.01μ
39k
100k
MC14001
MC14093
3.3M
9V
47μF 10V
0.1μ
5.1M
2.2μF 25V
100k
100k
MC14052
2.2uF 25V
R
L
ON
FC-1
9V
A
K

「카아레이스」게임 실체도

다. 기판에 모두 극성 마아크가 붙어 있으므로 그것을 지켜서 붙여 나간다. 일단 다 고정시켰으면 애노우드쪽(플러스쪽)을 3밀리 정도 남기고 니퍼로 잘라 버린다. 캐도우드쪽을 주석도금선으로 기판에서 8밀리쯤에서 모두 접속한다.

매트릭스 표시에서 가장 힘드는 것은 배선이다. 실체도를 잘 보고 시작하기 바란다. 여기서 틀리지 않으면 다른 것은 간단하다.

토글 스위치는 〔그림 7〕과 같이 고정시킨다. 스위치 본체에 붙어 있는 너트(맨 안쪽에 붙어 있다)는 사용하지 않았다. 패널 뒷면의 오목부분에 발톱을 맞추고 돌려 고정시킨다. 스위치를 고정시킬 때 너무 되게 죄어 붙이면 아크릴 패널이 깨어지므로 잘 해야 한다.



◈ 가지고 노는 법

전원 스위치를 ON으로 하는 동시에 게임은 리세트되어 곧 게임이 시작된다.

상대방 차가 움직여 오는데, 게임에서는 상대방 차에 자기 차가 다가가서 앞질러 나간다고 생각하기 바란다.

처음 몇초 동안은 상대방 차가 중앙의 코오스만을 달리지만, 어느새 코오스를 바꾸면서 달리게 된다. 게임을 개시한 후 몇초동안 상대방 차가 가운데 코오스만 달리는 것은 발진회로의 결점 때문이다.

게임을 하는 여러분은 핸들(토글 스위치)로 자기 차의 코오스를 차례로 바꾸어 상대방 차와 격돌하지 않도록 하여 운전한다.

상대방 차와 격돌하면 액션 사운드가 그치고 상대방 차도 사라진다.

한편 잘 운전하여 격돌하지 않는 경우, 타이머로 정해진 일정한 시간이 지나면 상대방 차는 움직이지 않게 되고(게임에서는 자기 차가 멈추는 것…연료가 떨어진 것), 액션 사운드도 그친다.

그러나 상당히 능숙한 운전을 하지 않으면 타이머가 작동하기 전에 격돌한다. 잘 운전하여 격돌하거나 타이머의 시간이 다되어 게임이 정지될 때까지 몇 대의 상대방 차를 앞질러 가는가 하는 게임이다.

카운터가 붙어 있지 않으므로 자기가 세어서 한다.

격돌하거나 시간이 다되어 게임이 정지되면 전원 스위치를 한번 OFF 했다가 다시 ON으로 하여 게임을 시작한다.

부 품 표

IC MC14001, MC14017, MC14052 …… 각 1
MC14093 …… 2
IC 소켓 14핀용 …… 4, 16핀용 …… 1
발광 다이오우드 빨강 5φ TLR113A …… 24
노랑 5φ TLY113A …… 3
다이오우드 1 S1588 …… 2
플라스틱 케이스 197×112×60㎜ …… 1
아크릴판 192×107㎜(3밀리 두께) …… 1
감광기판 1.6×150×100㎜ …… 1
현상제 DP—10, 압전버저 …… 각 1
2P 미니 슬라이드 스위치 …… 1
3P 토글스위치(중립 OFF) …… 1
스페이서 길이 15㎜(플라스틱) 3φ 탭 있는 것 …… 4
L쇠 (대) …… 1
건전지 FC-1(9V), 전지스냅 …… 각 1

콘덴서 47μF 10V, 2.2μF 25V, 1μF 25V … 각 2
0.01μF 50V(마일러) …… 1
0.1μF 50V(세라믹) …… 1
저항 1kΩ, 1/4W 5% …… 12
39kΩ, 3.3MΩ, 5.1MΩ, 10MΩ … 각 1
100kΩ …… 5
510kΩ …… 2
비스 2φ×6 (슬라이드 스위치 & 압전 버저 고정용) …… 4
3φ×8 (압전 고정쇠 고정용) …… 1
너트 2φ(압전 버저 고정용) …… 2
3φ(전지 고정쇠 고정용) …… 1
붙박이 1.6φ×3 (붙박이 러그) …… 4
비닐선(좀 가는 것 1m짜리 6색) …… 1세트
주석도금선 0.5φ …… 50㎝



정체불명의 인공천체가 접근! 버로우즈 게임기

서기 2100년, 태양계 내에 갑자기 정체 불명의 인공천체가 나타난다. 지구에 접근한 수수께끼의 인공천체는 지구에 대하여 항복을 강요해 왔다. 지구 연방은 수수께끼의 인공천체를 파괴하기 위해서 **우주항모 버로우즈**를 파견했다. 버로우즈로부터는 차례로 우주뇌격기가 발진해 온다. 강력한 성채에 의하여 방어된 수수께끼의 인공천체를 우주 뇌격기는 파괴할 수 있을 것인가. 수수께끼의 인공천체는 계속 지구에 접근해 온다. 지구가 위험하다.

이런 상태가 언제까지나 계속되면 SF 소설이 되어 버리므로 이 정도에서 끝낸다. 본기에서는 스페이스 액션을 게임으로 해 보았다.

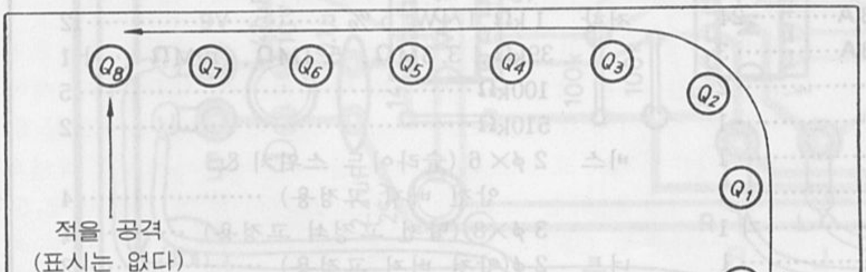
◈ 회로에 대하여

이 게임의 기본적인 작동은 007 은행게임이나 루팡과 같다. 〔그림 1〕이 회로도이다. 이들 게임에서 중요한 것은 시프트 레지스터 **MC14015**의 데이터를 채용하는 방식이다.

먼저 우주 뇌격기는 다른 예와 같이 **MC14017**로 조정한다. **MC14572 UB**의 ⑮핀을 타이머로서 사용하기 때문에 NAND 게이트와 인버어터를 조합한 발진회로는 ⑮핀쪽의 47 μF 과 2.2 MΩ으로 정해진 시간만 발진한다. 이 발진출력이 **MC14017**의 Clock(클럭) 신호로 되어 우주 뇌격기를 움직인다.

MC14017의 Q_9과 Clock Enable이 접속되어 있기 때문에 카운트 작동이 Q_9까지 진행되면 **MC14017**은 멈춘다. 한편 **MC14017**의 Reset(리세트)는 보통은 100 kΩ의 풀 다운 저항을 통하여 L이지만, 어택 스위치를 누르면 Q_9이 H일 때에는 Reset 단자도 H로 되기 때문에 카운터는 리세트되어 Q_0가 H로 되어 버린다.

이것이 우주 뇌격기의 발진이다.



〔그림 2〕 우주 뇌격기의 작동

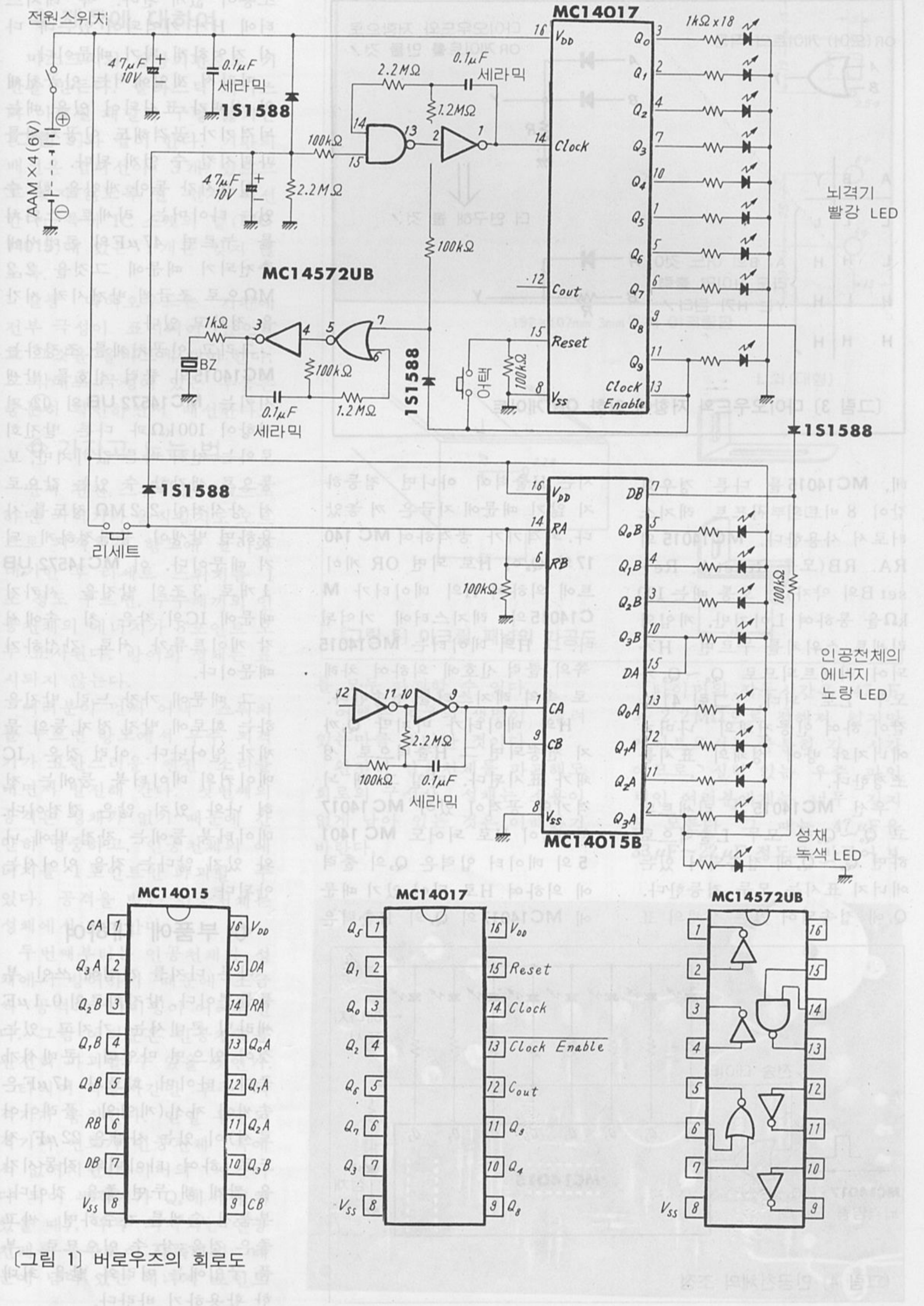
Q_9은 L이 되었기 때문에 Q_9에 접속되어 있는 Clock Enable도 L이 되고, 카운터는 움직이기 시작하여 Q_9이 H로 될 때까지 진행한다. 이 게임에서 카운터는 Q_9에서 멈추어 어택 스위치가 눌러지기를 기다리고 있으므로, Q_9을 항모의 속, 즉 대기하고 있게 된다. 〔그림 2〕가 그 상태이다.

한편 우주 뇌격기는 항모를 발진하면 엔진음을 낸다. 좀 박력있는 소리로 하기 위해서 지이 하는 소리로 발진시키고 있지만, 기판이 플라스틱 케이스 내에 있기 때문에 좀 다르게 들려그르르 그르르하는 소리로 되어 있다. 그런데 그 발진회로를 조정하는 게이트가 부족하기 때문에 다이오우드와 저항으로 OR(오어) 게이트를 만들고 있다.

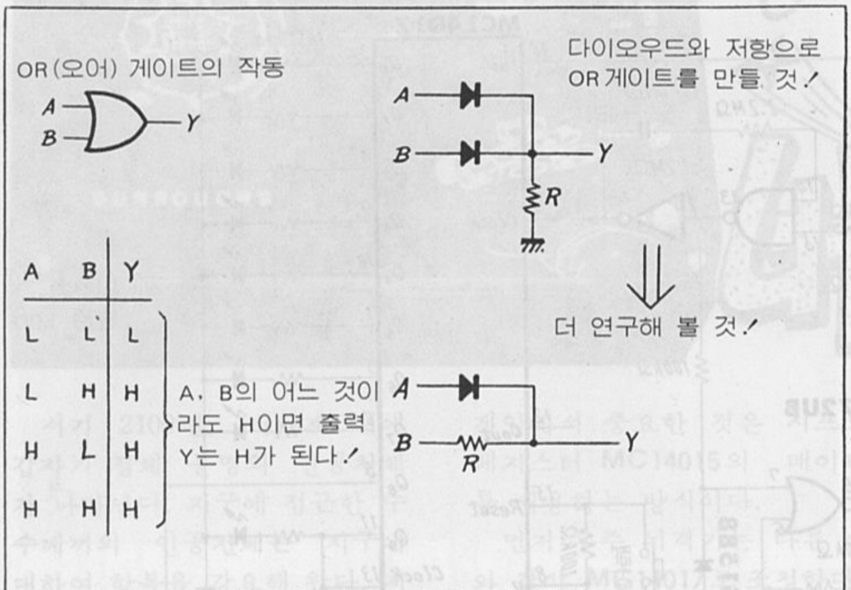
〔그림 3〕과 같이 OR 게이트를 다이오우드와 저항으로 만들기 위해서는 보통 다이오우드가 2개 필요하지만, 이번과 같이 새 아이디어를 채용하면 다이오우드가 1개면 된다.

이 OR 게이트는 인공천체의 에너지 소멸에도 이용하고 있다. 이 OR 게이트로 뇌격기의 엔진음은 **MC14017**의 Q_9이 L일 때, 즉 뇌격기가 발진하고 있을 때인데, 한쪽을 클럭 신호의 발진회로를 이용하여 연속음이 아니라 지이 지이하는 단속음으로 만들었다.

이번에는 인공천체의 조정인



〔그림 1〕 버로우즈의 회로도

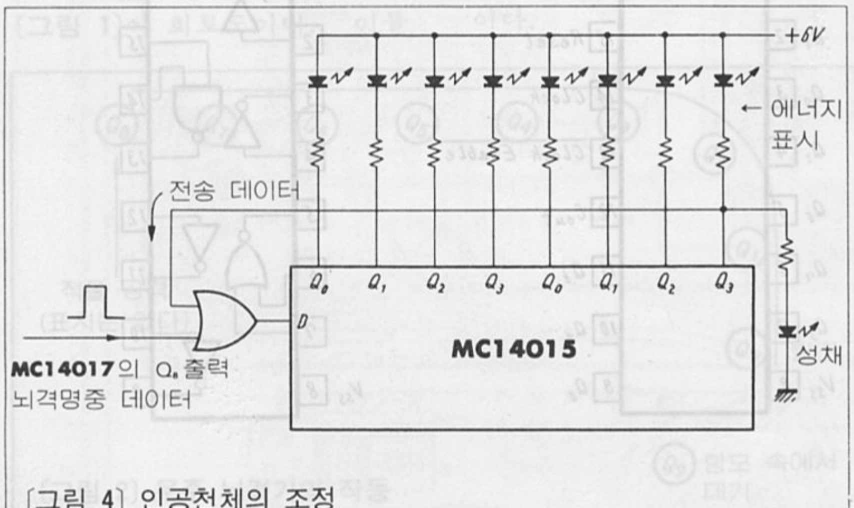


〔그림 3〕 다이오우드와 저항에 의한 OR 게이트

데, **MC14015**를 다른 경우와 같이 8비트의 시프트 레지스터로서 사용한다. **MC14015**의 RA, RB(모두 Reset A, Reset B의 약자)는 보통 때는 100 kΩ을 통하여 L이지만, 게임의 리세트 스위치를 누르면 H가 되어 리세트되므로 Q_0～Q_3가 모두 L로 된다. 〔그림 4〕와 같이 하여 인공천체의 나머지 에너지와 방어 성채의 표시를 조정한다.

우선 **MC14015**가 리세트되고 Q_0～Q_3를 모두 L출력으로 하면 Q_0～Q_3에 접속되어 있는 에너지 표시는 모두 점등한다. Q_3에 접속되어 있는 성채의 표시는 H출력이 아니면 점등하지 않기 때문에 지금은 꺼 놓았다. 뇌격기가 공격하여 **MC 14017**의 Q_8이 H로 되면 OR 게이트에 의하여 H의 데이터가 **MC14015**의 레지스터에 기억된다. 그 H의 데이터는 **MC14015** 쪽의 클럭 신호에 의하여 차례로 속의 레지스터를 전송한다.

H의 데이터가 마지막 Q_3까지 전송되면 그 H출력으로 성채가 표시된다. 만일 그 때 뇌격기의 공격이 있어 **MC 14017**의 Q_8이 H로 되어도 **MC 14015**의 데이터 입력은 Q_3의 출력에 의하여 H로 되어 있기 때문에 **MC14017**의 Q_8의 H출력은 소용이 없게 된다. 즉 레지스터에 H가 기억되어 있는데 다시 기억하게 되기 때문이다.



〔그림 4〕 인공천체의 조정

따라서 게임에서는 인공천체의 성채가 표시되어 있을 때는 뇌격기가 공격해도 인공천체를 파괴시킬 수 없게 된다.

일정시간 동안 게임을 할 수 있는 타이머는 리세트 스위치를 누르면 47μF의 콘덴서에 충전되기 때문에 그것을 2.2 MΩ으로 조금씩 방전시켜 시간을 정하고 있다.

그리고 인공천체를 조정하는 **MC14015**의 클럭 신호를 발생시키는 **MC14572 UB**의 ⑫ 핀 저항이 100kΩ과 다른 발진회로와는 전혀 다른 값이지만, 보통으로 생각할 수 있는 값으로서 상식적인 2.2MΩ 정도를 사용하면 발생이 불안정하게 되기 때문이다. 이 **MC14572 UB** 1개로 3조의 발진을 시키기 때문에 IC의 작은 칩 속에서 각 게이트류가 서로 간섭하기 때문이다.

그 때문에 가장 느린 발진을 하는 회로에 발진 정지 등의 문제가 일어난다. 이런 것은 IC 메이커의 데이터북 등에는 전혀 나와 있지 않은 결점이다. 데이터북 등에는 장점 밖에 나와 있지 않다는 것을 잊어서는 안된다.

◈ 부품에 대하여

다른 디지를 게임에 쓰인 부품들뿐이다. 발진회로의 0.1μF 세라믹 콘덴서는 가지고 있는 것이 있으면 마일러 콘덴서가 좋다. 타이머 회로의 47μF은 솜씨에 자신(게임의 플레이어로서)이 있는 사람은 22μF 정도로 하여 타이머의 작동시간을 짧게 해 두면 좋을 것이다. 부품점 순례를 자주하면 싸고 좋은 것을 살 수 있으므로, 부품 구입에는 머리와 발을 최대한 활용하기 바란다.

◈ 제작에 대하여

마스크지와 감광기판으로 기판을 만든다. 플라스틱 케이스와 아크릴 패널의 구멍 뚫기는 〔그림 5〕와 같이 한다. 기판의 배선은 점퍼선이 3개 있으므로 잊지 않도록 맨 먼저 배선한다. 특히 IC 소켓의 밑(MC 14015)에 있는 1개는 잊지 않도록.

발광 다이오우드는 기판에 전부 극성이 표시되어 있으므로 그것을 올바르게 해야 한다. 그 밖에도 극성이 있는 부품은 충분히 확인하면서 배선한다.

◈ 가지고 노는 법

먼저 전원 스위치를 ON으로 하면 뇌격기가 움직일지도 모르므로 뇌격기가 항모에 돌아와 대기한 후 리세트 스위치를 1초 정도 누르면, 수수께끼의 인공천체의 에너지가 8포인트 모두 표시된다. 방어의 성채는 표시되지 않는다.

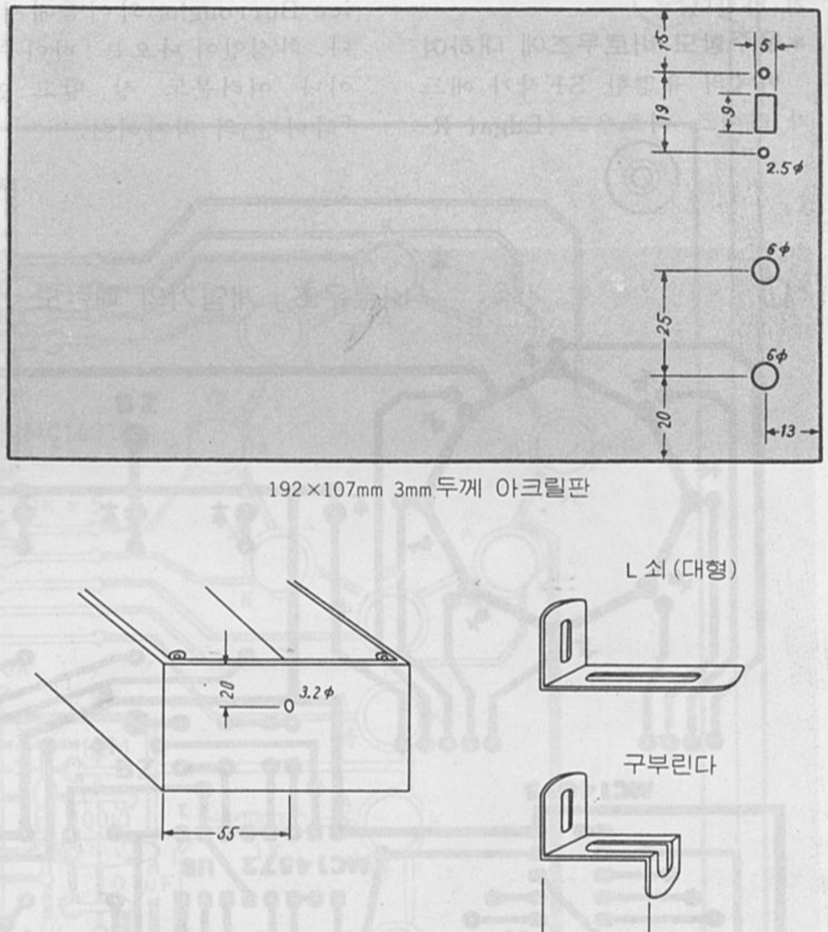
여러분이 먼저 어택 스위치를 누르면 항모에서 우주 뇌격기가 요란스러운 엔진 소리를 내면서 발진해 간다. 첫번째의 공격은 성채가 없기 때문에 간단히 명중하고, 인공천체의 에너지를 1포인트만 파괴할 수 있다. 공격을 받는 인공천체는 성체에서 방어한다.

두번째부터는 인공천체가 성채에서 방어하기 때문에 조금씩 공격의 타이밍이 어려워진다. 그럼 여러분은 인공천체를 완전히 파괴할 수 있을 것인가.

타이머 작동시간만 우주 뇌격기가 움직인다. 만일 우주뇌격기의 연료가 인공천체 속에서 없어지면(타이머의 시간이 다 되어 뇌격기가 Q_8에서 정지했을 때), 우주 뇌격기는 인공천체를 동반하여 자폭하기 때문에 남아 있는 에너지 포인트를 모두 파괴할 수 있다.

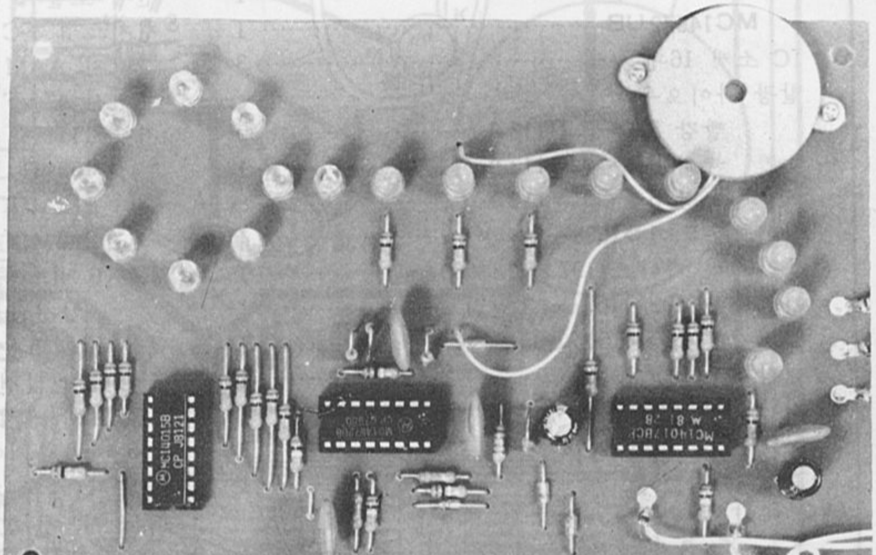
어쨌든 지구의 생명이 걸려 있는만큼 대단한 것이다.

완전히 인공천체를 파괴해도 회로의 구성상, 성채는 소용이 없게 남아 있는 것은 이해하기 바란다.



〔그림 5〕 아크릴 패널의 가공도

타이머의 작동시간은 47μF과 2.2MΩ으로 정해져 있지만 게이트로서는 충분히 긴 시간이므로, 실력 있는 우주 파일럿인 여러분에게는 너무 길지도 모른다. 그 때는 47μF을 33μF~22μF 정도로 바꾸어 보



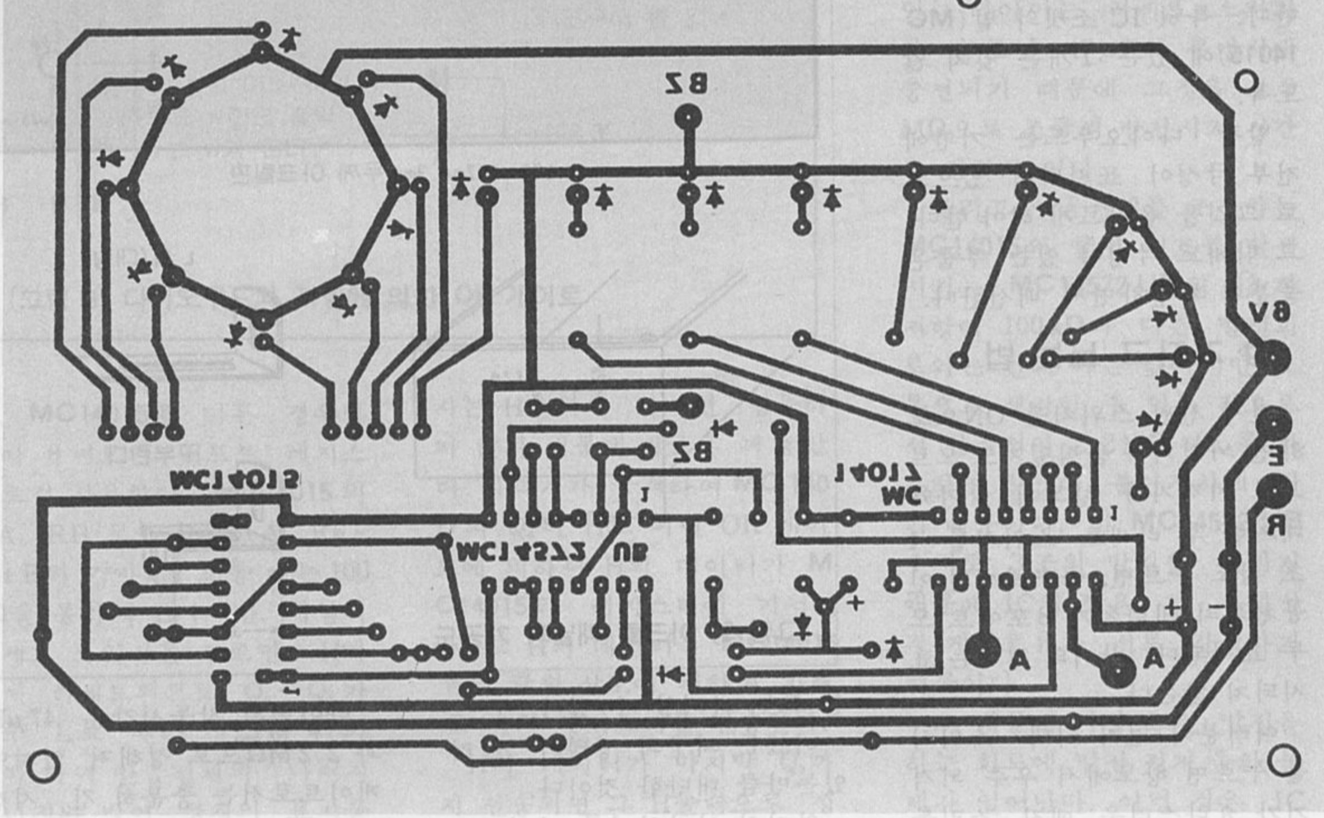
기 바란다.

***우주항모 버로우즈에 대하여**

미국의 유명한 SF작가 에드가 라이스 버로우즈(Edgar Rice Burroughs)의 이름에서 땄다. 화성인이 나오는「바아수움」이나 여러분도 잘 알고 있는「타아잔」의 작자이다.

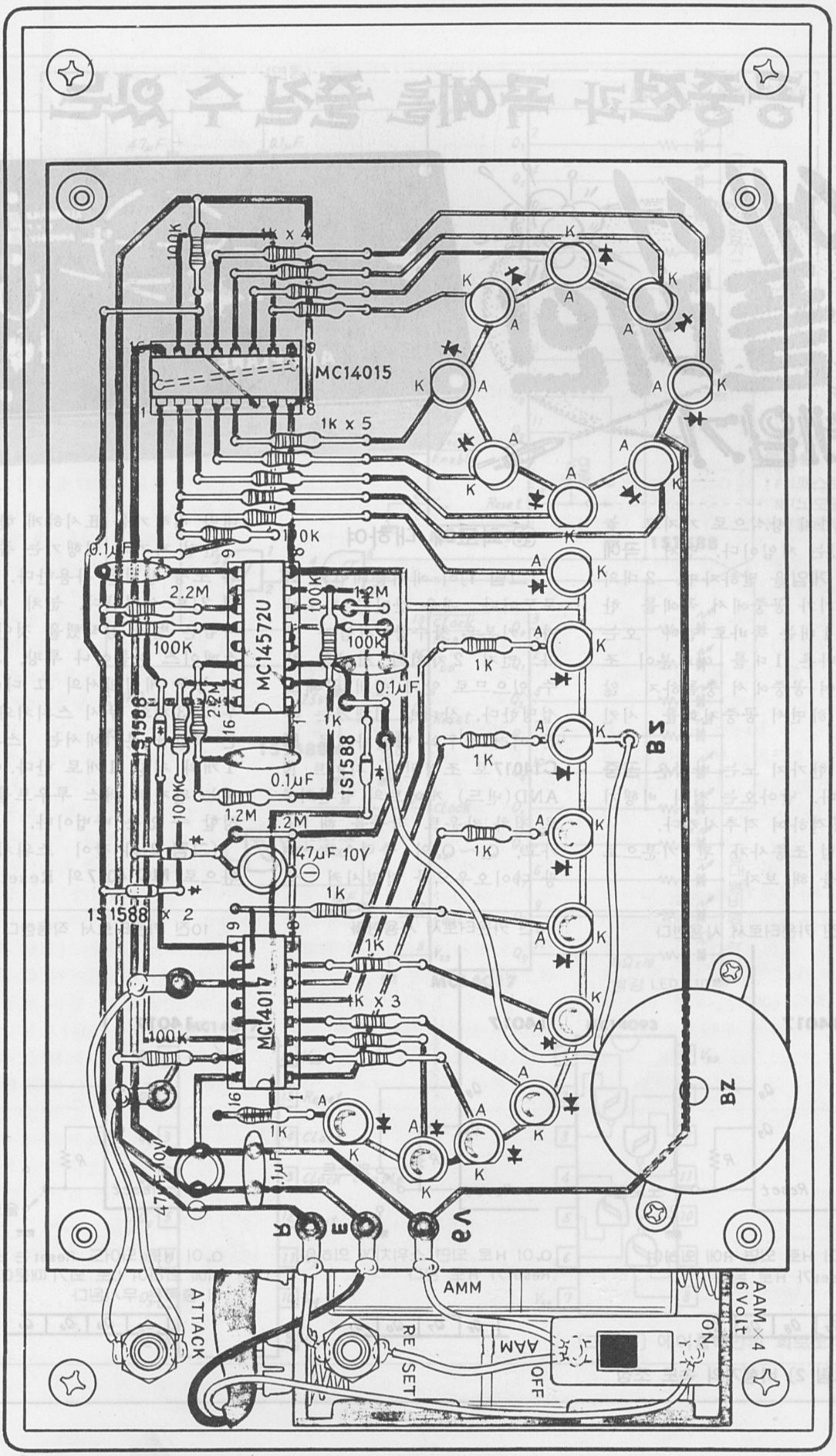
인공천체에도 여러분이 좋아하는 이름을 붙여 놓으면 된다.

「버로우즈」 게임기의 패턴도



부 품 표

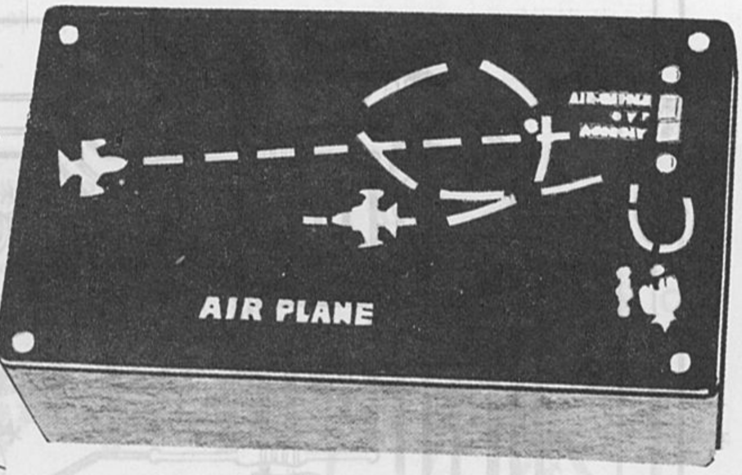
IC MC14015	1	L쇠(대형)	1
MC14017	1	전지 호울더 AAM×4개용	1
MC14572UB	1	전지스냅 FC-1용	1
IC 소켓 16핀용	3	건전지 AAM(1.5V)	4
발광 다이오우드		콘덴서 47μF 10V…2, 0.1μF 50V 세라믹	4
빨강 5φ TLR113A	9	저항 1kΩ (갈색·검정·빨강) 1/4W 5%	19
녹색 5φ TLG113A	1	100kΩ (갈색·검정·노랑) ″	7
노랑 5φ TLY113A	8	1.2MΩ (갈색·빨강·녹색) ″	2
다이오우드 1S1588	4	2.2MΩ (빨강·빨강·녹색) ″	3
플라스틱 케이스 197×112×60mm	1	2φ×6 비스(슬라이드 스위치 & 압전 버저 고정용)	4
아크릴판 192×107mm(3밀리 두께)	1	3φ×8 비스(전지 고정용 고정쇠)	1
감광기판 1.6×150×100mm	1	2φ 너트(압전 버저 고정용)	2
현상제 DP-10	1	3φ 너트(전지 고정쇠 고정용)	1
미니 슬라이드 스위치(2P)	1	1.6φ×3 붙박이(붙박이 러그)	5
미니 푸시 스위치 빨강·검정	각1	비닐선(가는 것 1m짜리×6색)	1세트
압전 버저	1	주석도금선 0.4~0.5φ	10cm
스페이서 길이 15mm(플라스틱) 3φ 탭 있는 것	4		



「우주항모 버로우즈」게임기의 실체도

공중전과 곡예를 즐길 수 있는

에어플레인 게임기



2가지 방식으로 가지고 놀 수 있는 게임이다. 먼저 **곡예비행 게임**을 말하자면, 2대의 비행기가 공중에서 곡예를 한다. 1대는 똑바로 날아 오는데, 다른 1대를 여러분이 조종하여 공중에서 충돌하지 않도록 하면서 공중전회를 시킨다.

또 한가지 노는 방식은 **공중전**이다. 날아오는 적의 비행기를 공격하여 격추시킨다.

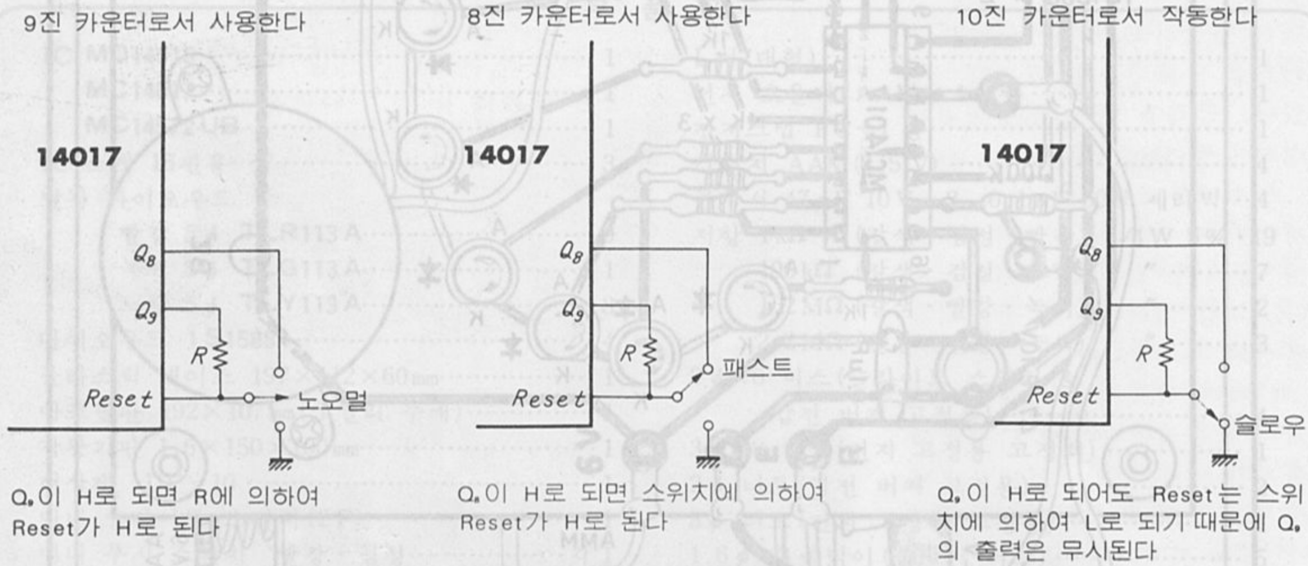
그럼 조종사가 된 기분으로 게임을 해 보자.

회로에 대하여

〔그림 1〕이 에어플레인의 회로도이다. 매우 간단한 회로이다. 기본은 잠수함 게임과 같다. 먼저 2가지의 게임을 할 수 있으므로 알기 쉽게 곡예로 설명한다. 상대방 비행기는 다른 여러 경우와 마찬가지로 **MC14017**로 조정된다. 시미트 NAND(낸드) 게이트의 발진회로로 점차 카운트 작동을 해 나가고, $Q_0 \sim Q_9$의 출력으로 발광 다이오우드를 점멸시켜 상대방 비행기를 표시하게 한다.

한편 자기의 비행기는 좀 다른 조정 방법을 사용한다. 〔그림 2〕로 설명한다. 눈치 빠른 사람은 벌써 짐작했을 것인데, 스페이스 셔틀이나 루팡, 그리고 농구 게임에서의 그 다이오우드 3개와 푸시 스위치와 같은 역할을 본기에서는 스위치 1개와 저항 1개로 한다. 이번에는 완전히 패스 루우트를 지정할 수 있는 방법이다.

〔그림 2〕와 같이 스위치 전환으로 **MC14017**의 Reset 단

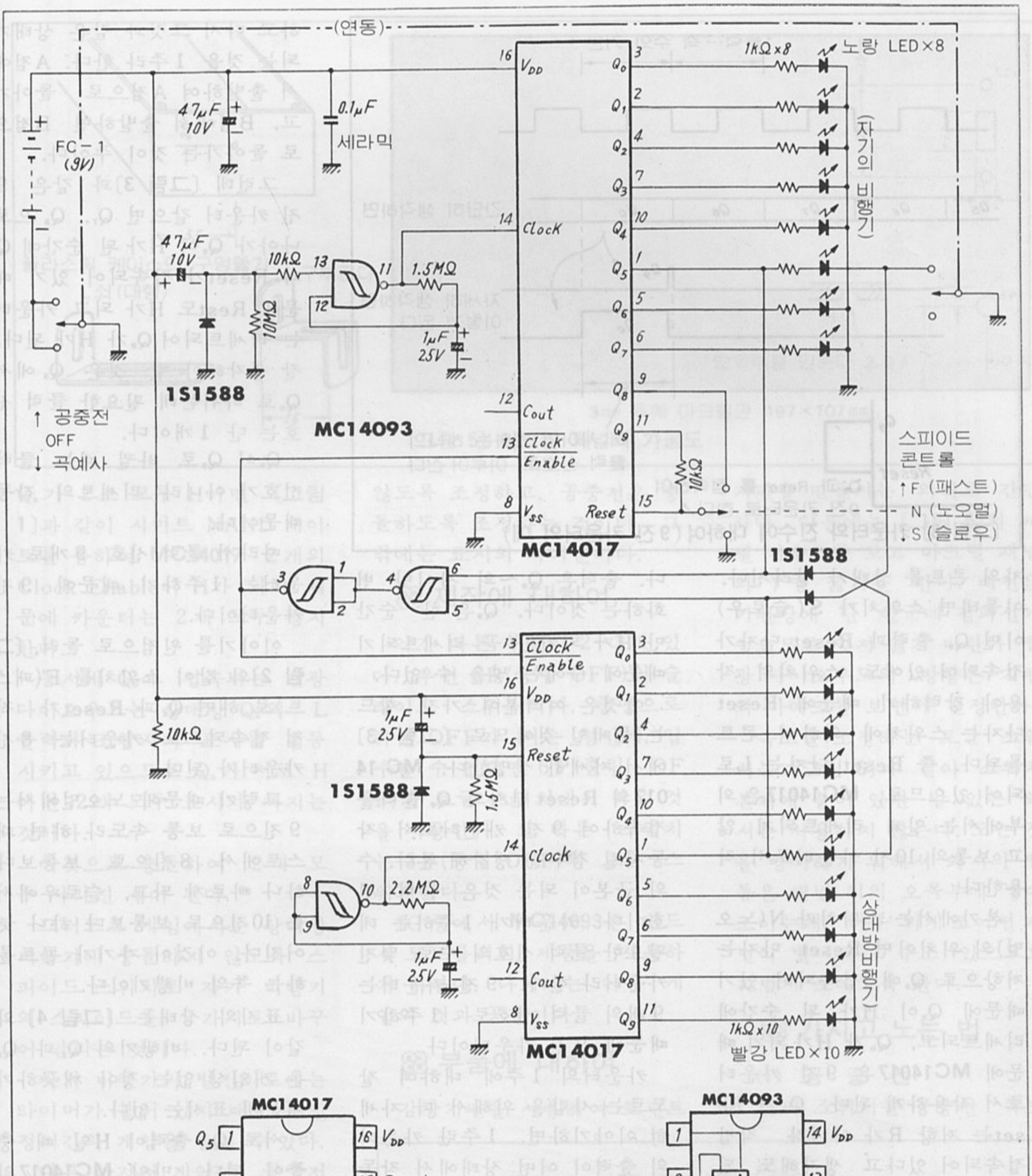


Q_9이 H로 되면 R에 의하여 Reset가 H로 된다

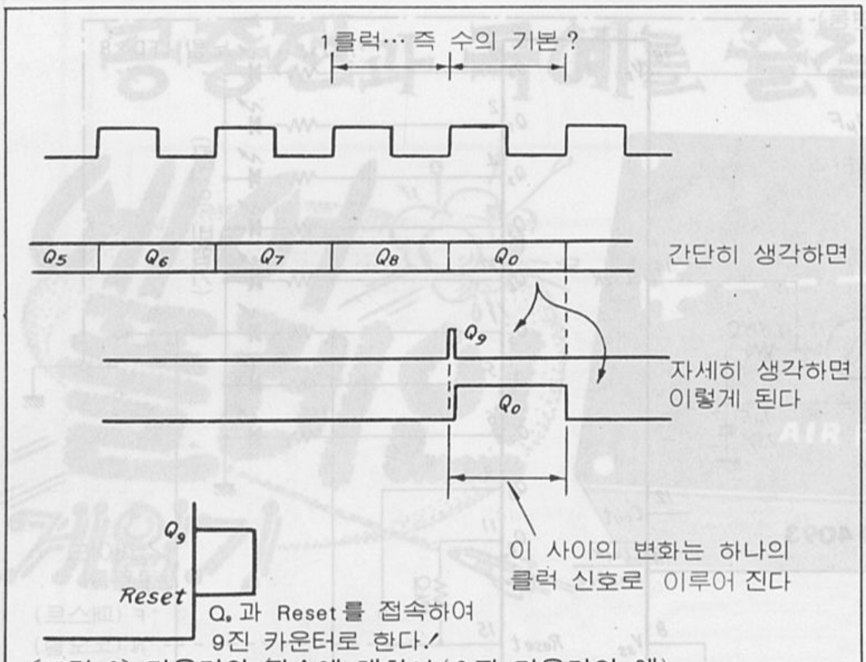
Q_8이 H로 되면 스위치에 의하여 Reset가 H로 된다

Q_9이 H로 되어도 Reset는 스위치에 의하여 L로 되기 때문에 Q_9의 출력은 무시된다

〔그림 2〕 비행기의 속도 조정



〔그림 1〕 에어플레인의 회로도



〔그림 3〕 카운터와 진수에 대하여(9진 카운터의 예)

자의 콘트롤 상태가 달라진다. 이를테면 스위치가 S(슬로우)이면 Q_9 출력과 Reset 단자가 접속되어 있어도 스위치의 작용이 강력하기 때문에 Reset 단자는 스위치에 의하여 콘트롤된다. 즉 Reset 단자는 L로 되어 있으므로, **MC14017**은 외부에서는 일체 리세트되지 않고 보통의 10진 카운터로서 작용한다.

본기에서는 스위치가 N(노오멀)의 위치이면 Reset 단자는 저항으로 Q_9에 접속되어 있기 때문에 Q_9이 H가 된 순간에 리세트되고, Q_0가 H가되기 때문에 **MC14017**은 9진 카운터로서 작용하게 된다. Q_9과 Reset는 저항 R가 아니라 직접 접속되어 있다고 생각해도 된다. 출력은 Q_0~의 사이만 변화하는 것이다. Q_9은 한 순간만 H가 되지만 곧 리세트되기 때문에 수에는 넣을 수 없다.

이것은 여러분이 가장 힘드는 문제일 것이므로 〔그림 3〕에서 자세히 설명한다. **MC 14017**의 Reset 단자와 Q_9 출력을 접속하여 9진 카운터로서 작동시킬 경우를 생각해 본다. 수의 근본이 되는 것은 클럭 신호이다. 카운터가 1주하는 데 필요한 클럭 신호의 수로 몇진 카운터라 한다. 9진 카운터는 9개의 클럭 신호로 1주하기 때문에 9진 카운터이다.

카운터의 1주에 대하여 잘 모르는 사람을 위해서 더 자세히 이야기하면, 1주란 카운터의 출력이 어떤 상태에서 작동하고 다시 그것과 같은 상태가 되는 것을 1주라 한다. A점에서 출발하여 A점으로 돌아가고, B점에서 출발하면 B점으로 돌아가는 것이 주이다.

그런데 〔그림 3〕과 같은 9진 카운터 같으면 Q_7, Q_8으로 나아가 Q_9이 H가 된 순간에 Q_9과 Reset가 접속되어 있기 때문에 Rest도 H가 되고 카운터는 리세트되어 Q_0가 H가 된다. 잘 생각해야 할 것은 Q_9에서 Q_0로 바뀌는데 필요한 클럭 신호는 단 1개이다.

Q_9이 Q_0로 바뀔 때는 클럭 신호가 아니라 리세트의 작동 때문이다.

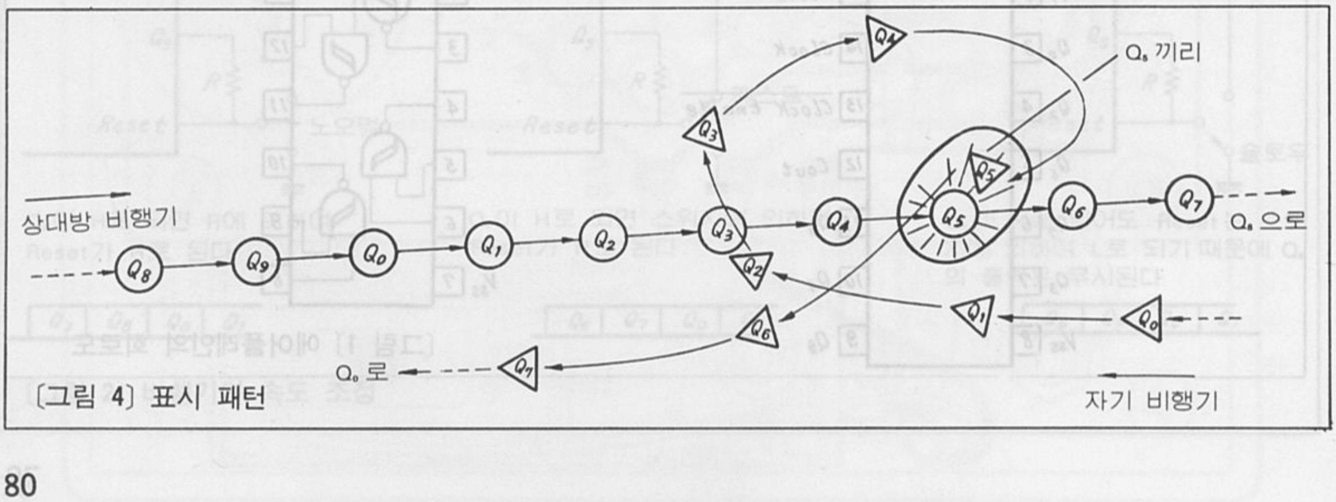
따라서 클럭 신호 9개로 카운터는 1주하기 때문에 9진 카운터이다.

이야기를 원점으로 돌려, 〔그림 2〕와 같이 스위치를 F(패스트)로 하면 Q_8과 Reset가 직접 접속되므로 카운터는 8진 카운터가 된다.

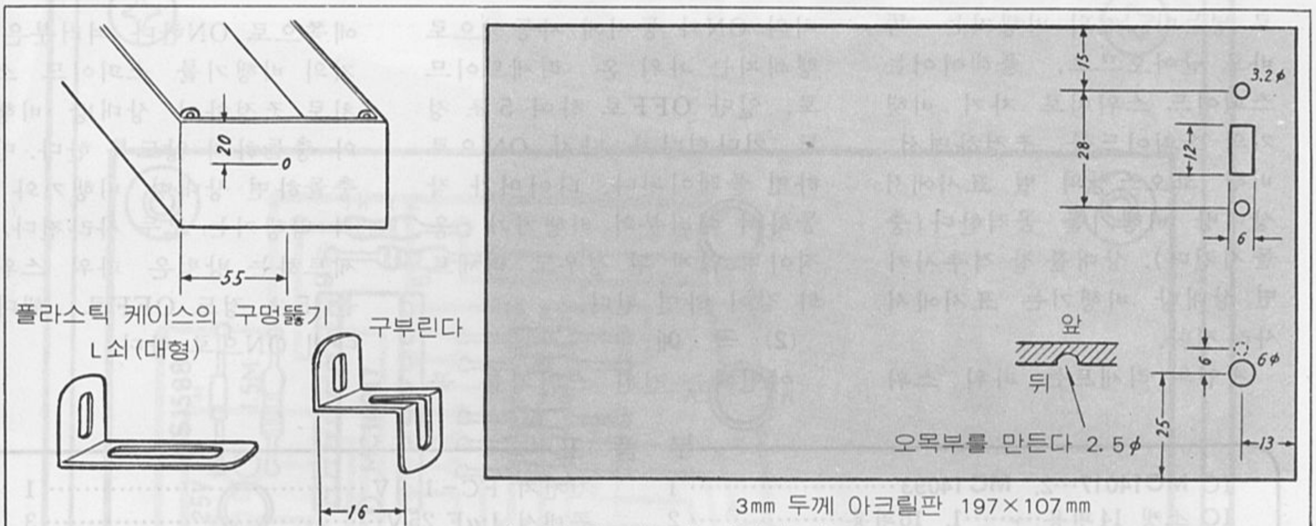
그렇기 때문에 노오멀에서는 9진으로 보통 속도라 하면 패스트에서 8진으로 보통보다 하나 빠르게 되고, 슬로우에서는 10진으로 보통보다 하나 늦어진다. 이것이 자기가 콘트롤을 하는 쪽의 비행기이다.

표시의 상태는 〔그림 4〕와 같이 된다. 비행기의 Q_8과 Q_9은 게임상 없는 것이 깨끗하기 때문에 표시는 없다.

서로 Q_5 출력이 H일 때 충돌이 된다. 만일 **MC14017**의



〔그림 4〕 표시 패턴



〔그림 5〕 아크릴 패널의 가공도

Q_5가 2조 모두 H이면 〔그림 1〕과 같이 시미트 NAND 게이트를 통하여 **MC14017** 2개의 Clock Enable이 H가 되기 때문에 카운터는 2개 모두 정지한다.

동시에 Q_5에 접속되는 발광다이오우드는 상대방 Q_5의 L 출력과 조합시켜 표시를 점등시키고 있으므로 Q_5가 서로 H이면 2개 모두 표시가 꺼지는 것이다.

이것으로 충돌하여 2대 모두 사라진 셈이 된다.

그러므로 게임에서는 상대방 비행기에 충돌하지 않도록 스피이드 스위치로 자기 비행기의 스피이드를 3가지로 바꾸어 날리는 것이다.

자기 비행기의 발진회로에는 타이머가 붙어 있기 때문에 일정시간의 게임을 즐길 수 있다.

다른 한가지 게임인 공중전은, Q_5의 표시 내 자기의 비행기를 스위치로 점등할 수 있게 하여 충돌해도 자기의 비행기만 표시하게 한다. 게임은 곡예와 반대로, 날아 오는 상대방 비행기에 자기의 비행기를 스피이드 스위치로 스피이드를 변화시켜 충돌 (게임으로서는 공격)시킨다.

명중하면 상대방이 사라진다. 그러므로 곡예는 충돌시키지 않도록 조정하고, 공중전은 충돌하도록 조정하는 것이다. 그밖에는 표시의 차이뿐이다.

제작에 대하여

약간 다른 부품이 2~3개 있다. 우선 6P(중립 OFF)의 슬라이드 스위치이다. 중앙으로 하면 OFF가 되는 형인데, 입수할 수 없으면 6P(중립 OFF)의 토글 스위치에서 작은 것을 사용한다. 또 다른 스위치는 3P(중립 OFF)의 토글 스위치이다.

IC 중에서 **MC14093**은 반드시 모토롤러의 제품을 사용하기 바란다. 나머지는 다른 게임의 것과 공통이다.

부품에 대하여

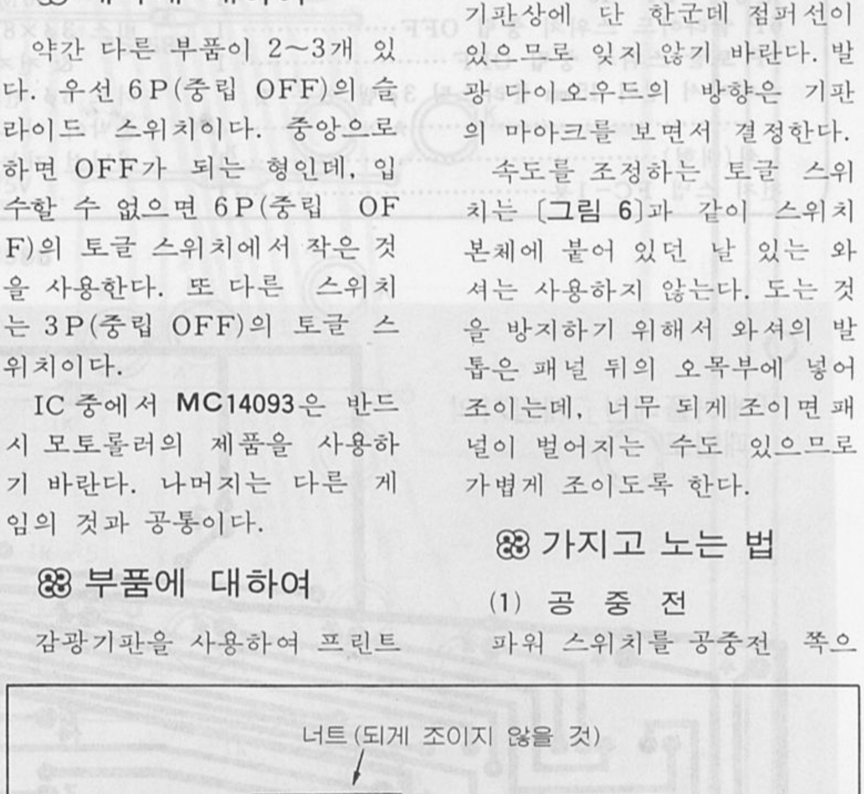
감광기판을 사용하여 프린트 기판을 만들기는 의외로 간단하다. 다음에는 〔그림 5〕의 패널 치수도를 보고 아크릴 패널의 구멍 뚫기를 한다. 배선은 기판상에 단 한군데 점퍼선이 있으므로 잊지 않기 바란다. 발광 다이오우드의 방향은 기판의 마아크를 보면서 결정한다.

속도를 조정하는 토글 스위치는 〔그림 6〕과 같이 스위치 본체에 붙어 있던 날 있는 와셔는 사용하지 않는다. 도는 것을 방지하기 위해서 와셔의 발톱은 패널 뒤의 오목부에 넣어 조이는데, 너무 되게 조이면 패널이 벌어지는 수도 있으므로 가볍게 조이도록 한다.

가지고 노는 법

(1) 공 중 전

파워 스위치를 공중전 쪽으



〔그림 6〕 토글 스위치의 고정

로 넣는다. 적의 비행기는 똑바로 날아오므로, 플레이어는 스피이드 스위치로 자기 비행기의 스피이드를 조정하면서, 비행 코오스상의 별 표시에서 상대방 비행기를 공격한다(충돌시킨다). 상대를 잘 격추시키면 상대방 비행기는 표시에서 사라진다.

게임의 리세트는 파워 스위치의 ON과 동시에 자동적으로 행해지는 파워 온 리세트이므로, 일단 OFF로 하여 5초 정도 기다렸다가 다시 ON으로 하면 플레이된다. 타이머가 작동하여 여러분의 비행기가 움직이지 않게 된 경우도 리세트와 같이 하면 된다.

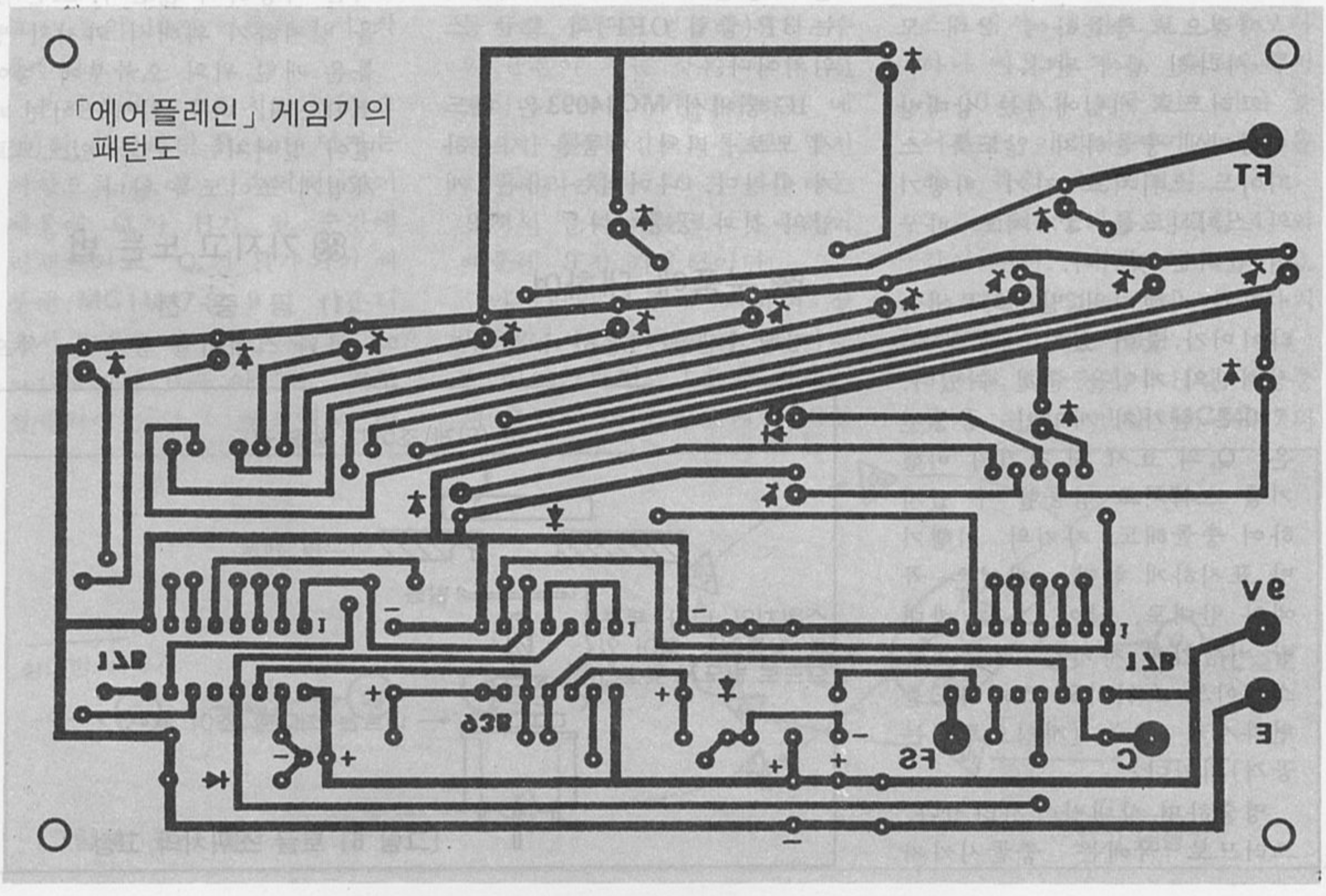
(2) 곡 예

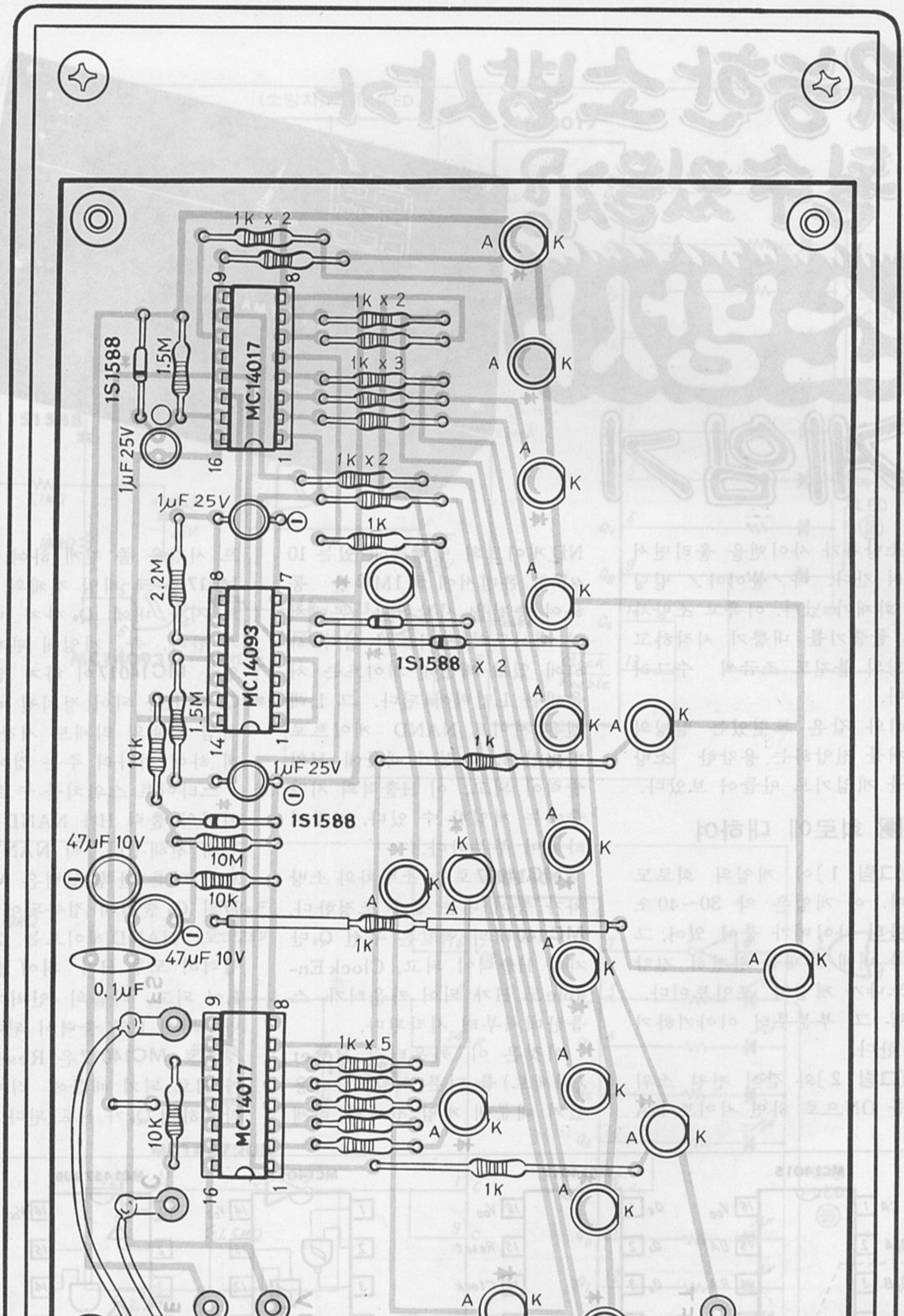
이번에는 전원 스위치를 곡예쪽으로 ON한다. 여러분은 자기의 비행기를 스피이드 스위치로 조정하여 상대방 비행기와 충돌하지 않도록 한다. 만일 충돌하면 상대방 비행기와 자기 비행기는 모두 사라진다. 리세트하는 방법은 파워 스위치를 5초 정도 OFF로 했다가 다시 ON으로 한다.

부 품 표

IC MC14017···2, MC14093	1	건전지 FC-1 9V	1
IC 소켓 14핀용·········1, 16핀용	2	콘덴서 1μF 25V	3
발광 다이오우드 빨강 5φ TLR113A	10	47μF 10V	2
노랑 5φ TLY113A	8	0.1μF 50V 세라믹	1
다이오우드 1S1588	4	저항 1kΩ (갈색·검정·빨강)1/4W 5%	18
플라스틱 케이스 197×112×60㎜	1	10kΩ (갈색·검정·오렌지) 〃	3
아크릴판 192×107㎜(3밀리 두께)	1	1.5MΩ (갈색·녹색·녹색) 〃	2
감광기판 1.6×150×100㎜	1	2.2MΩ (빨강·빨강·녹색) 〃	1
현상제 DP-10	1	10MΩ (갈색·검정·파랑) 〃	1
6P 슬라이드 스위치 중립 OFF	1	비스 3φ×8 슬라이드 스위치 & 전지 고정쇠 고정용	3
3P 토글 스위치 중립 OFF	1	너트 3φ 전지 고정쇠 고정용	1
스페이서 길이 15㎜ 플라스틱 3φ탭 있는 것	4	불박이 러그 1.6φ×3	5
L쇠(대형)	1	비닐선 가는 것 1m짜리×6색	1세트
전지 스냅 FC-1용	1		

「에어플레인」 게임기의 패턴도





「에어플레인」게임기의 실체도

유능한 소방사가 될수 있을지?

소방사 게임기



소방차가 사이렌을 울리면서 달려 간다. 아! 불이야! 빌딩에 화재가 났다. 이윽고 소방차가 물줄기를 내뿜기 시작하고 빌딩의 불길도 조금씩 수그러진다.

이와 같은 드릴있는 빌딩의 화재를 진압하는 용감한 소방사를 게임기로 만들어 보았다.

◈ 회로에 대하여

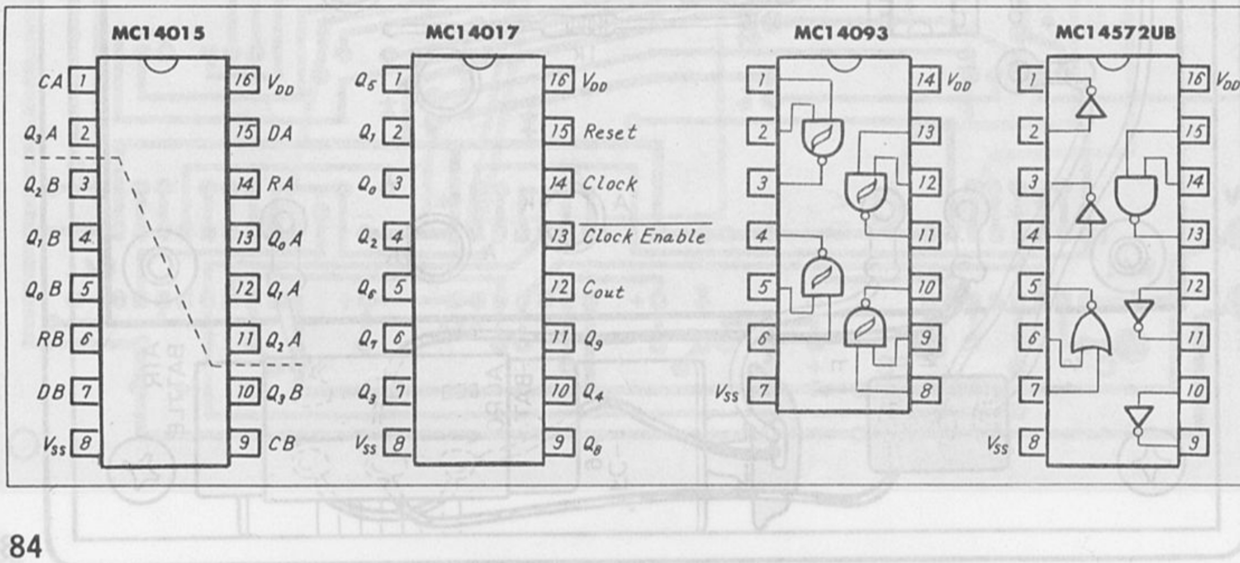
〔그림 1〕이 게임의 회로도이다. 이 게임은 약 30~40초 동안의 타이머가 붙어 있어, 그 시간 내에 화재를 완전히 진압하느냐가 게임의 포인트이다. 그럼 그 부분부터 이야기하기로 한다.

〔그림 2〕와 같이 전원 스위치를 ON으로 하면 시미트 NAND게이트의 입력쪽에 있는 10 μF의 콘덴서에 5.1MΩ을 통하여 충전을 시작한다. 콘덴서가 어어드와 게이트의 입력 사이에 있기 때문에 게이트는 처음에는 L입력이 된다. 그 L레벨은 시미트 NAND 게이트로 반전한다. 그렇기 때문에 H의 출력이 되고, 이 H출력의 시간 중에는 게임할 수 있다. 이것이 타이머 부분이다.

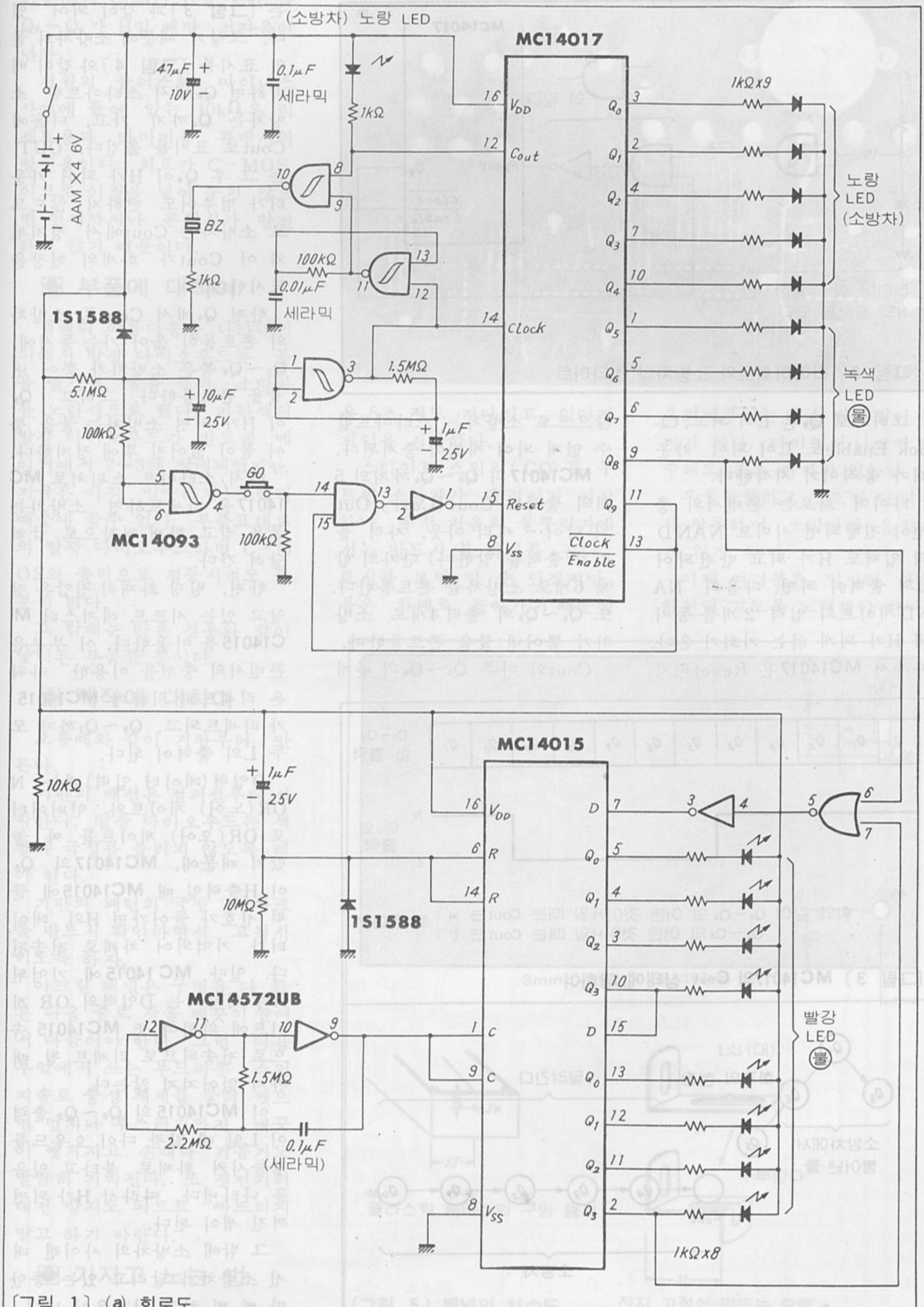
MC14017로는 소방차와 소방차가 뿜어 대는 물은 조정한다. MC14017의 역할은 우선 Q_9단자가 H출력이 되고, Clock Enable도 H가 되어 카운터가 스톱한데서부터 시작된다.

이것은 이 카운터의 Reset(리세트)를 다른 역할에 이용했기 때문에 게임 전체의 리세트 시간을 좀 길게 하여, MC14017을 그 게임 전체의 리세트 시간 내에 Q_9까지 나아가게 한다. 즉, 게임에 관계없는 일을 MC14017이 하지 않도록 Q_9이 H가 되어 정지될 때까지 게임 전체의 리세트 시간을 길게 하여 기다려 주는 것이다.

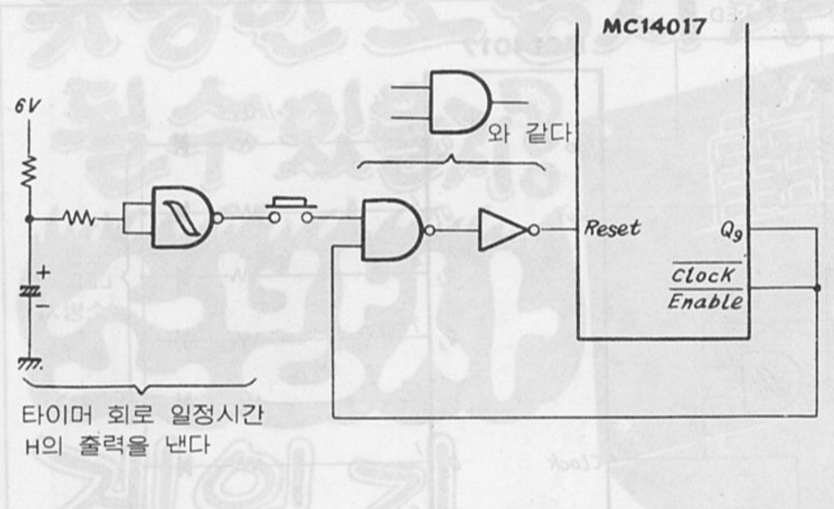
스타아트 스위치를 누르면 타이머의 출력 H가 NAND 게이트에 전해진다. 이 NAND게이트의 다른 한쪽 입력은 MC14017의 Q_9 출력에 접속되어 있으므로, NAND게이트는 2개의 입력이 모두 H가 되어 출력은 L이 되고, 다음의 인버어터로 반전되어 H의 출력이 된다. 이것으로 MC14017은 Reset단자가 H로 되기 때문에 리세트가 작용하여 Q_0가 H로 된다.



〔그림 1〕(b) IC핀 접속도


(소방차) 노랑 LED
MC14017
47μF 10V
0.1μF 세라믹
1kΩ
AAM X4 6V
BZ
100kΩ
0.01μF 세라믹
1S1588
5.1MΩ
10μF 25V
1.5MΩ
1μF 25V
GO
MC14093
VDD
Cout
Clock
Reset
VSS
Clock Enable
1kΩx9
노랑 LED (소방차)
녹색 LED 물
10kΩ
1μF 25V
10MΩ
MC14015
MC14572UB
2.2MΩ
0.1μF (세라믹)
빨강 LED 불
1kΩx8

〔그림 1〕 (a) 회로도



〔그림 2〕 타이머회로와 소방차의 스타아트

그러므로 Q_9은 L이 되고, Clock Enable도 L이 되어 카운터가 움직이기 시작한다.

타이머 회로는 콘덴서의 충전이 진행되면 시미트 NAND의 입력도 H가 되고 반전되어 L의 출력이 되면, 다음의 NAND게이트의 입력 2개를 동시에 H가 되게 하는 기회가 온다. 따라서 MC14017은 Reset되지 않으므로 소방차는 스타아트할 수 없게 되어 게임이 중지된다.

MC14017의 Q_0～Q_4까지의 5개의 출력과 Cout(Carry Out의 약어… 캐리 아웃, 자리 올리기 출력을 말한다) 단자의 합계 6개로 소방차를 콘트롤한다. 또 Q_5～Q_8의 출력 4개로 소방차가 뿜어낸 물을 콘트롤한다.

Cout와 다른 Q_0～Q_9의 관계는 〔그림 3〕과 같이 되어 있다. 그렇기 때문에 소방차와 물의 표시를 〔그림 4〕와 같이 배치하면 Q_0에서 스타아트한 소방차는 Q_4까지 가고, 다음에 Cout로 표시를 옮긴다. OUT는 그 후 Q_9이 H가 되어 카운터가 멈추어도 변하지 않으므로 소방차는 Cout에서 정지된 채 이 Cout가 화재의 현장을 표시한다.

한편 Q_4에서 Cout로 소방차의 콘트롤이 옮아 가는 동시에, Q_5～Q_8 쪽은 소방차가 뿜어 낸 물을 콘트롤한다. 그리고 Q_9이 H가 되면 소방차는 물을 뿜어 물이 없어진 후에 정지한다.

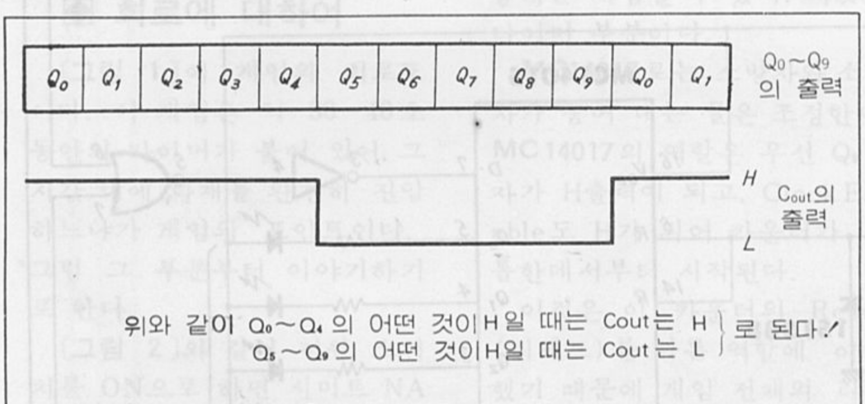
다시 스타아트 스위치로 MC14017을 리세트하면 소방차는 물을 싣고 화재 현장으로 급히 달려 간다.

한편, 빌딩 화재의 진압은 잘 알고 있는 시프트 레지스터 MC14015를 이용한다. 이 부분은 콘덴서의 충전을 이용한 파워 온 리세트에 의하여 MC14015가 리세트되고, Q_0～Q_3까지 모두 L의 출력이 된다.

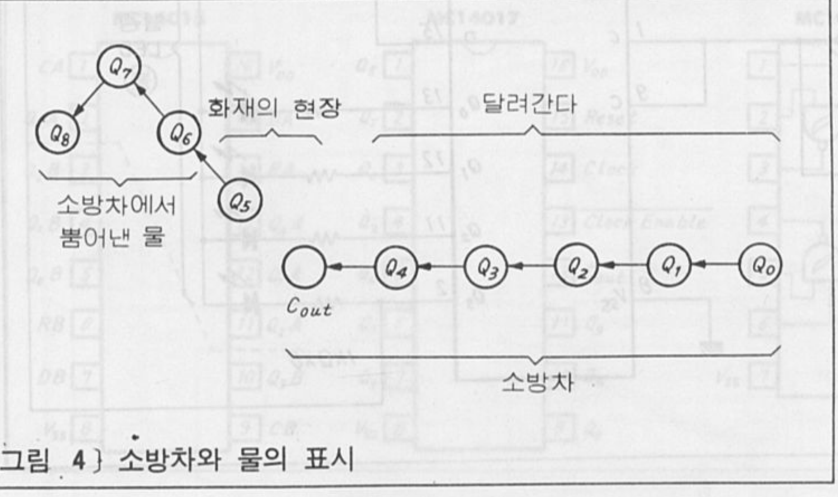
D입력(데이터 입력)에는 NOR(노어) 게이트와 인버어터로 OR(오어) 게이트를 짜 놓았기 때문에, MC14017의 Q_8이 H출력일 때 MC14015에 클럭 신호가 들어가면 H의 데이터가 기억되어 차례로 전송된다. 일단 MC14015에 기억된 H의 데이터는 D입력의 OR 게이트에 의하여 또 MC14015 속으로 전송되므로 리세트 될 때까지 없어지지 않는다.

이 MC14015의 Q_0～Q_3 출력이 L일 때 발광 다이오우드를 점등시켜 화재로 불타고 있음을 나타낸다. 따라서 H가 되면 꺼진 셈이 된다.

그 밖에 소방차의 사이렌 대신 소방차가 달리고 있는 동안 삑 삑 하고 전자음이 난다. 이 조정도 MC14017의 Cout를



〔그림 3〕 MC14017의 C_{out} 상태에 대하여



〔그림 4〕 소방차와 물의 표시

이용하여 Cout가 H일 동안, 즉 $Q_0 \sim Q_4$가 H일 때만 전자음이 난다.

전원의 플러스와 마이너스 사이에 들어 있는 10kΩ은 리세트용과 타이머용 콘덴서의 방전용이다. 회로가 C-MOS이므로 이것을 넣어 두지 않으면 언제까지나 콘덴서가 방전하지 않기 때문이다.

◈ 부품에 대하여

색채의 아름다움을 나타내기 위해서 발광 다이오우드는 불을 빨간색, 물을 녹색, 소방차를 노란색으로 했다. 파란색의 발광 다이오우드가 반도체 메이커에서 2~3개 발매되었지만, 지금은 아직 입수하지 못했기 때문에 쓸수 없다. 부품표대로의 발광 다이오우드라면 C-MOS의 출력으로 점등시켜도 충분히 밝다.

그 밖에는 다른 경우와 같이 낯익은 부품들 뿐이다.

◈ 제작에 대하여

보통때와 같이 기판부터 만든다.

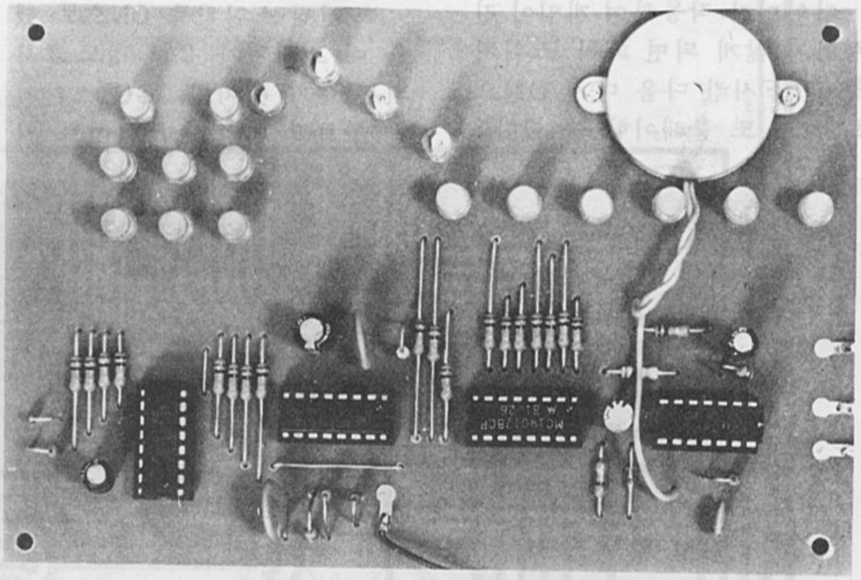
기판의 배선은 점퍼선부터 시작한다. 발광 다이오우드는 색깔과 극성을 틀리지 않도록 해야 한다.

기판의 패턴의 극성 마아크를 반드시 확인하면서 고정시키도록 하자.

아크릴 패널은 구멍을 다 뚫은 다음 줄로 각을 깨끗이 쓸어서 다듬어야 한다. 그런 다음 부엌에서 쓰는 부드러운 스펀지솔로 중성 세제를 묻혀 씻으면 먼지나 부스러기까지 깨끗이 씻겨지고 손때나 기름기도 말끔히 지워진다. 또 정전기의 대전 방지도 되므로 빠뜨리지 말고 하기 바란다.

◈ 가지고 노는 법

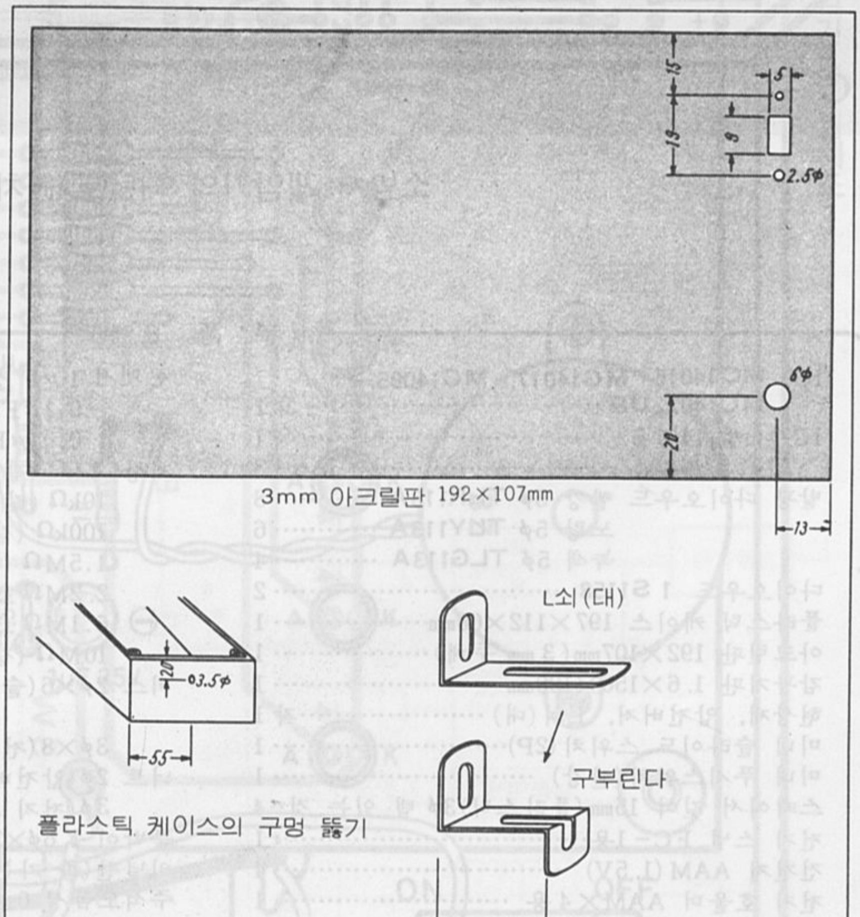
먼저 파워스위치를 ON한 다음 5초 정도 기다리고 있다가 게임을 시작한다.



스타아트 스위치(GO)를 누르면 소방차가 움직이기 시작한다. 우선 처음의 물뿌리기에서는 반드시 불 하나를 끈다. 표시를 보면 알 수 있겠지만, 불은 차례로 옮아가기 때문에 2회째부터는 다소 타이밍이 문제가 된다. 타이밍이 나쁘면 방수해도 불은 꺼지지 않는다.

우물쭈물하고 있으면 타이머가 작동하여 소방차가 움직이지 않게 된다.

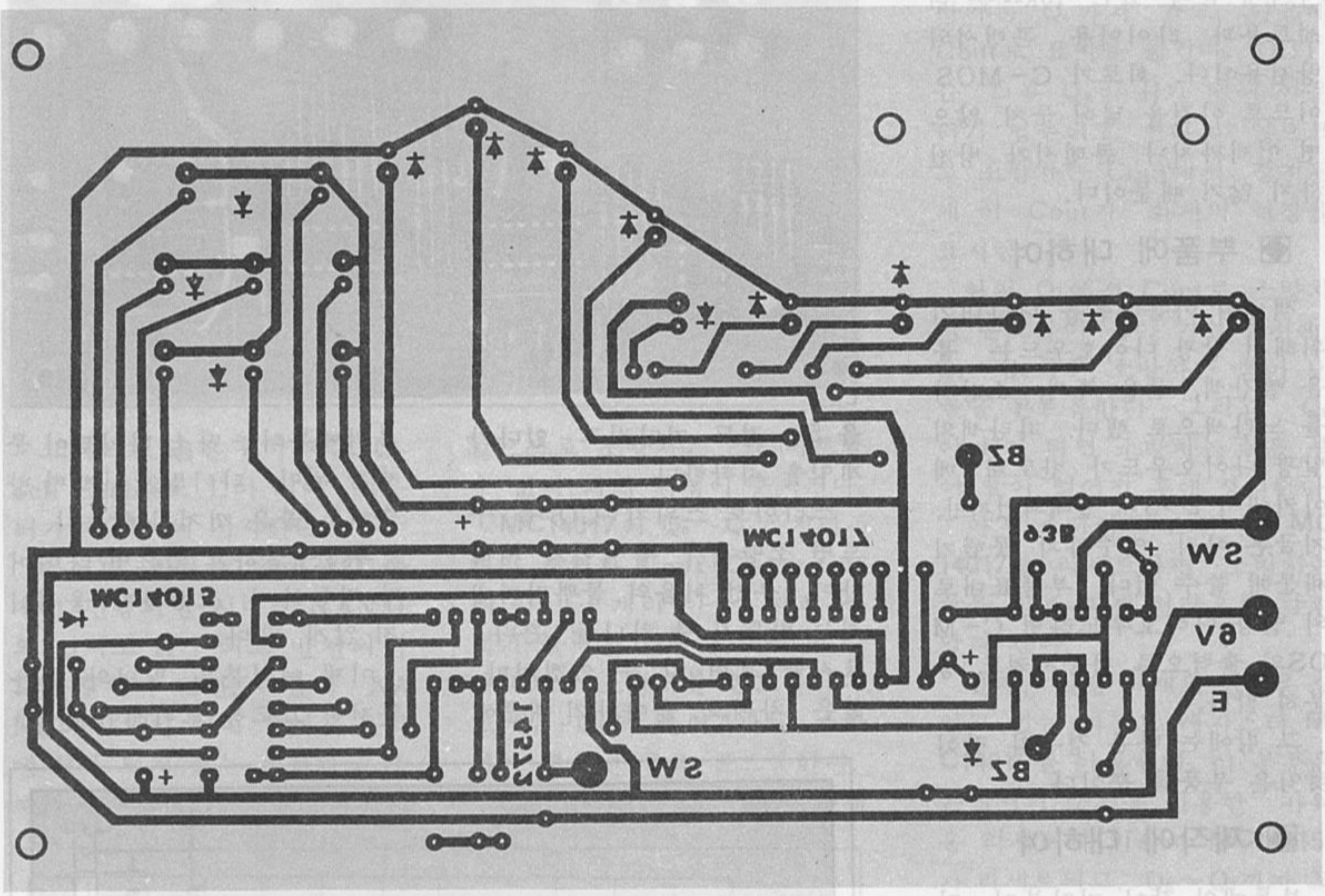
이제 여러분은 빌딩의 불을 완전히 끄도록 노력해야 한다.



〔그림 5〕 패널의 치수도

타이머가 작동하여 게임이 진행하지 않게 되면 파워 스위치를 OFF시킨 다음 다시 ON으로 하면 또 플레이할 수 있다.

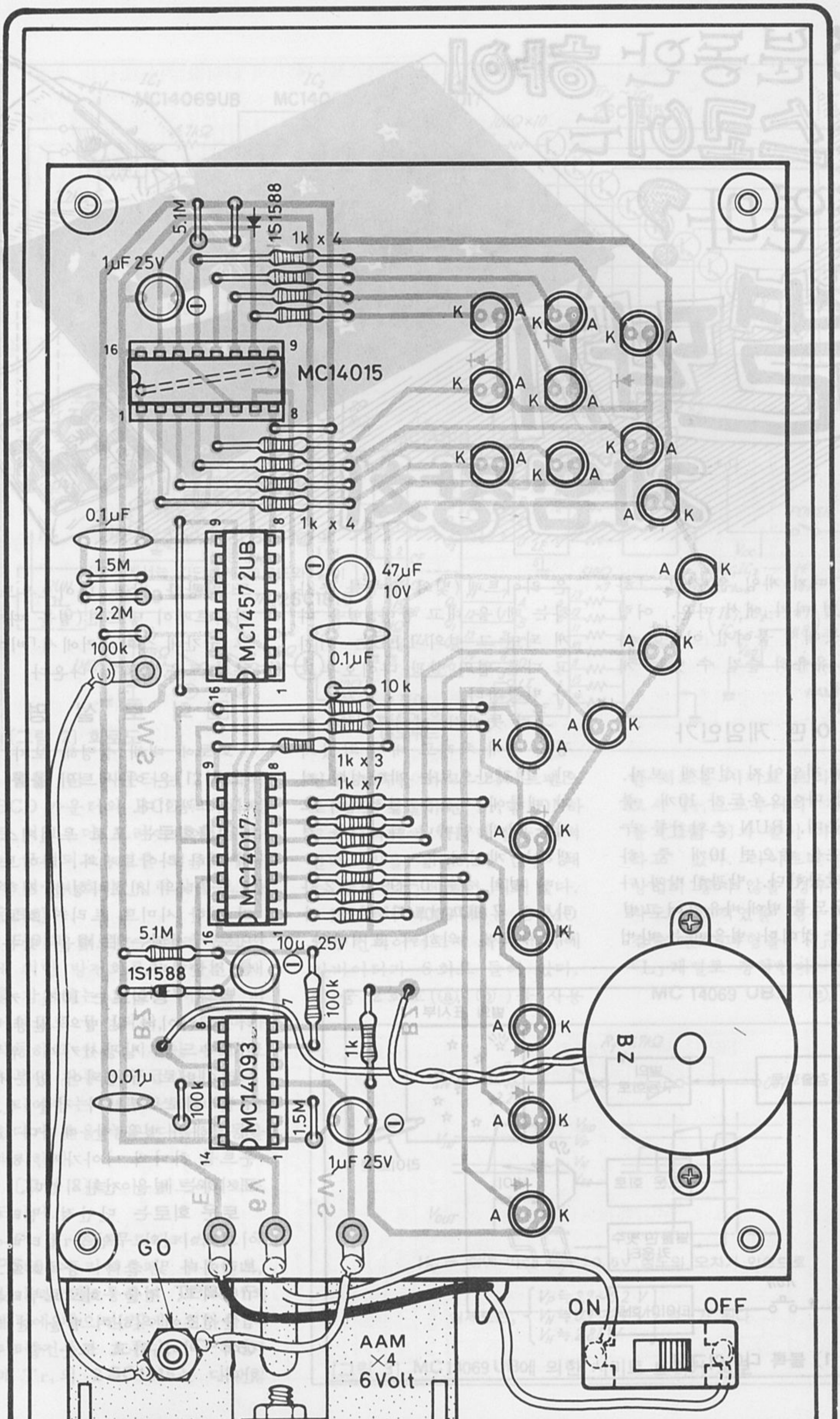
※ 전원 스위치를 ON으로 했을 때 소방차가 2대 정도 표시되는 수가 있지만, GO 스위치를 누르고 게임을 스타아트 시키면 정상이 된다. 이것은 MC 14017을 리셋트하지 않고 게임을 시작하기 위해서이며 GO스위치로 정상이 된다.



소방사 게임기의 패턴도(원치수)

부 품 표

IC MC14015, MC14017, MC14093, MC14572UB ······ 각 1	콘덴서 1 μF 25V ······ 2
IC 소켓 14핀용 ······ 1	0.1μF 50V(세라믹) ······ 2
16핀용 ······ 3	0.01μF 50V(〃) ······ 1
발광 다이오우드 빨강 5φ TLR113A ······ 8	저항 1kΩ (갈색－검정－빨강) 1/4W 5% ······ 19
노랑 5φ TLY113A ······ 6	10kΩ (갈색－검정－오렌지) 〃 ······ 1
녹색 5φ TLG113A ······ 4	100kΩ (갈색－검정－노랑) 〃 ······ 3
다이오우드 1S1158 ······ 2	1.5MΩ (갈색－녹색－녹색) 〃 ······ 2
플라스틱 케이스 197×112×60mm ······ 1	2.2MΩ (빨강－빨강－녹색) 〃 ······ 1
아크릴판 192×107mm(3mm 두께) ······ 1	5.1MΩ (녹색－갈색－녹색) 〃 ······ 1
감광기판 1.6×150×100mm ······ 1	10MΩ (갈색－검정－파랑) 〃 ······ 1
현상제, 압전버저, L쇠(대) ······ 각 1	비스 2φ×6(슬라이드 스위치 & 압전버저 고정용) ······ 4
미니 슬라이드 스위치(2P) ······ 1	3φ×8(전지 고정쇠 고정용) ······ 1
미니 푸시스위치(빨강) ······ 1	너트 2φ(압전버저 고정용) ······ 2
스페이서 길이 15mm(플라스틱)3φ 탭 있는 것 ······ 4	3φ(전지 고정쇠 고정용) ······ 1
전지 스냅 FC－1용 ······ 1	붙박이 1.6φ×3(붙박이 러그) ······ 4
건전지 AAM(1.5V) ······ 4	비닐선(좀 가는 것 1m짜리×6색) ······ 1 세트
전지 호울더 AAM×4용 ······ 1	주석도금선 0.4～0.5φ ······ 10cm
콘덴서 47μF 10V ······ 1	
10μF 25V ······ 1	


5.1M
1S1588
1k x 4
1μF 25V
16
9
MC14015
1
8
K
A
1k x 4
0.1μF
1.5M
2.2M
100k
MC14572UB
47μF
10V
0.1μF
10k
1k x 3
1k x 7
MC14017
5.1M
1S1588
10μ 25V
100k
1k
MC14093
0.01μ
100k
1.5M
1μF 25V
BZ
GO
ON
OFF
AAM
×4
6 Volt

「소방사게임기의 실체도

3분동안 하이스코어는 얼마? 별따기 게임장치



「별 따기 게임」은 결코 「하늘의 별 따기」에서 따온, 어렵다는 뜻에서 붙여진 이름이 아니다. 유유히 즐길 수 있는 게임이다.

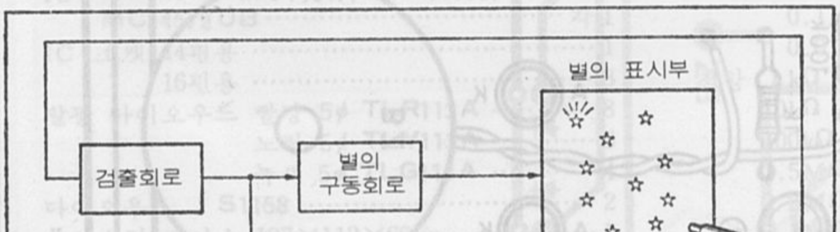
◘ 어떤 게임인가

어떤 게임인지 설명해 보자.

발광 다이오우드가 10개 붙어 있는데, RUN 스위치를 누르고 손을 놓으면 10개 중 하나가 발광한다. 발광한 발광 다이오우드를 별에 비유하여 그 별을 따는 것이다. 별을 따는 방법은 라이트펜(빛의 유무를 조사하는 펜)을 대고 한다. 별을 따게 되면 그 별의 LED는 꺼지고 다른 별의 발광 다이오우드가 발광한다.

그런 뜻에서 라이트펜을 발광한 별에 차례로 대면 되겠지만, 그것만으로는 게임성이 적기 때문에 시간을 설정하여 그 시간 내에 얼마나 따느냐를 경쟁하는 게임이다.

딴 별의 수는 0~99의 2자리로서 7세그먼트의 발광 다이오우드에 의하여 표시한다.



〔그림 1〕 블록 다이어그램

또 발광한 발광 다이오우드에 라이트펜이 닿으면(별을 따면) 그 순간에 스피이커에서「비이」하고 토운 출력이 나온다.

◘ 회 로 설 명

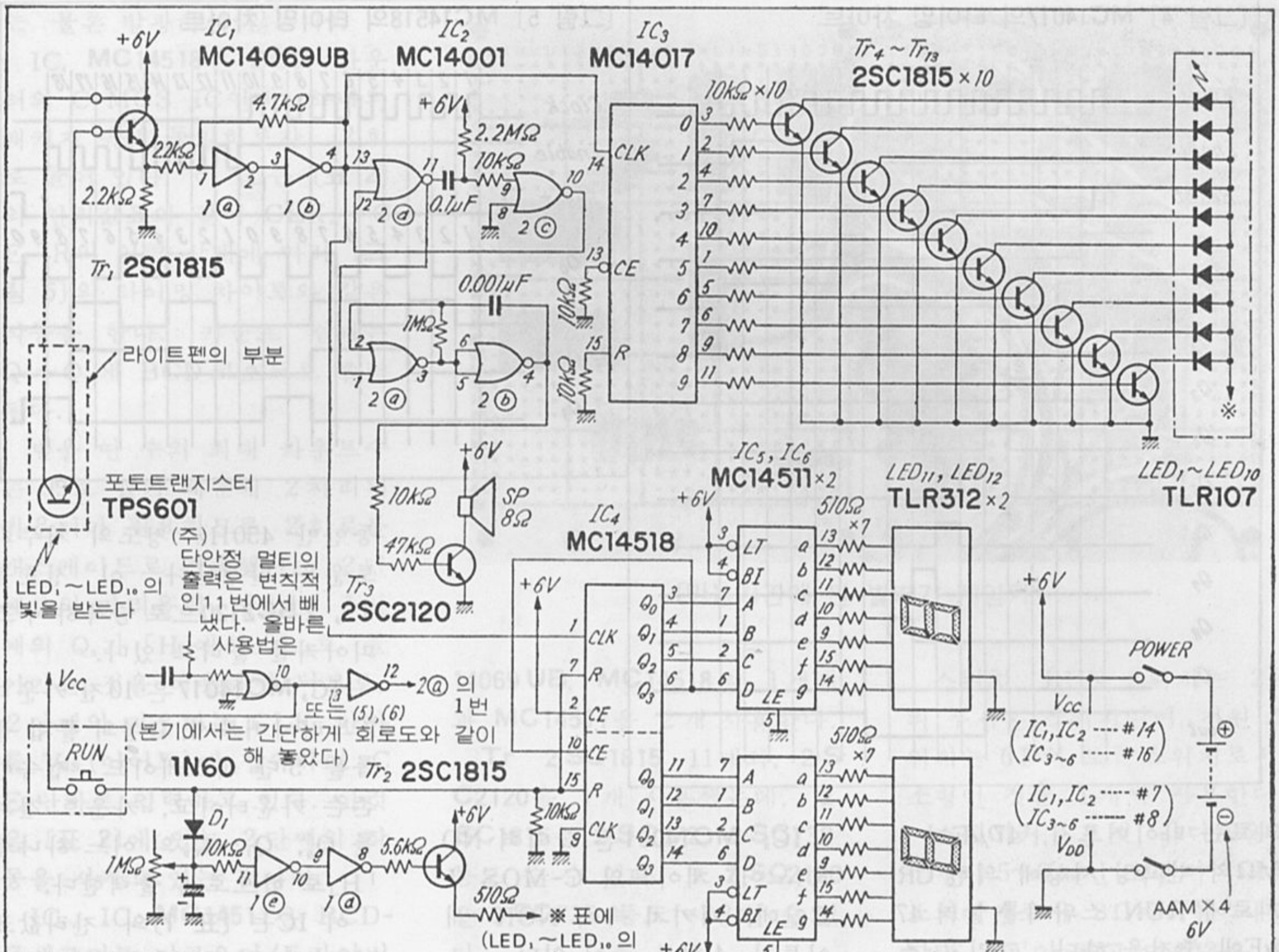
회로에 대해 설명해 보자.

〔그림 1〕은 이 세트의 블록 다이어그램이다.

검출회로는 포토 트랜지스터에 의한 라이트펜과, 라이트펜으로부터의 신호파형을 정형하기 위한 시미트 트리거 회로등으로 구성되는데 별을 땄는지를 검출한다.

별의 구동회로는 10진 카운터/드라이버 및 별의 발광 다이오우드를 발광시키기 위한 드라이버로 구성되어 있는데, 검출 회로로부터의 검출 신호에 의해서 별을 딸 때마다 카운트를 하나씩 나아가게 하여 표시하는 별을 전환시킨다.

토운 회로는 단안정 멀티바이브레이터와 무안정 멀티바이브레이터 및 출력 증폭회로로 구성되고, 검출 회로로부터의 검출신호에 의하여 별을 딴 순간에 「비이」하고 토운 출력을 한다.



〔그림 2〕 회로도

별을 딴 카운터는 2자리의 BCD 카운터와 BCD-7 세그먼트 디코우더 드라이버에 의하여 구성되고, 검출 회로로부터의 검출신호의 입력회수를 카운트한다.

타이머 회로는 저항과 콘덴서에 의한 방전회로와, 방전상태를 감시하는 고입력 저항의 버퍼회로로 구성되어, 타이머가 작동하고 있는 시간만 별의 표시부에 전류를 공급한다.

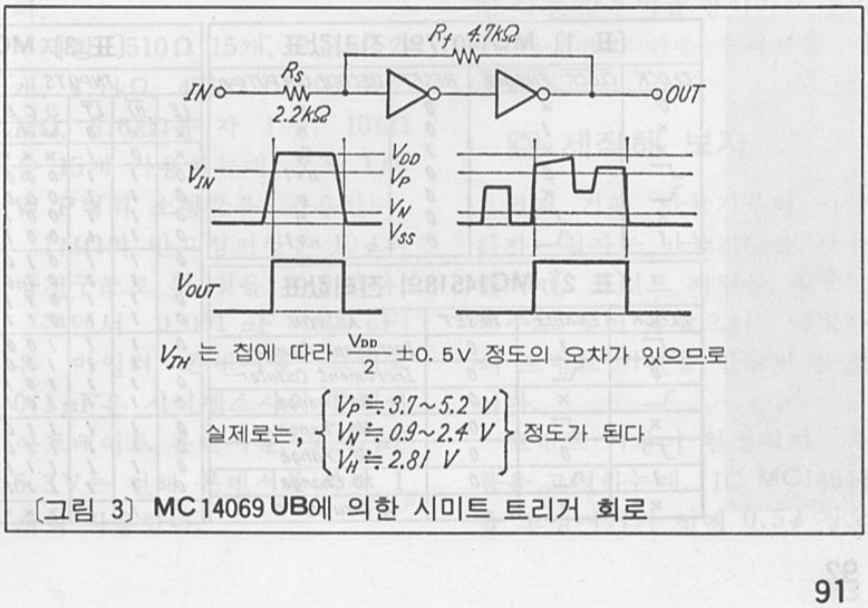
타이머는 RUN 스위치를 눌렀다가 손을 놓은 다음 작동을 개시한다.

〔그림 2〕는 이 세트의 회로도이다.

P. Tr(포토 트랜지스터) TPS601이 라이트펜 부분인데, 빛이 렌즈를 통하여 TPS601의 펠릿에 닿으면 빛에 의하여 이미터 전류가 흐른다. TPS601과 Tr_1의 2SC1815는 다알링턴에 접속을 하고, 라이트펜으로 빛을 검출하면 Tr_1을 ON하고, 이미터에 「H」레벨을 출력한다. 빛을 검출하지 않을 때는 물론 「L」레벨이 되어 있다.

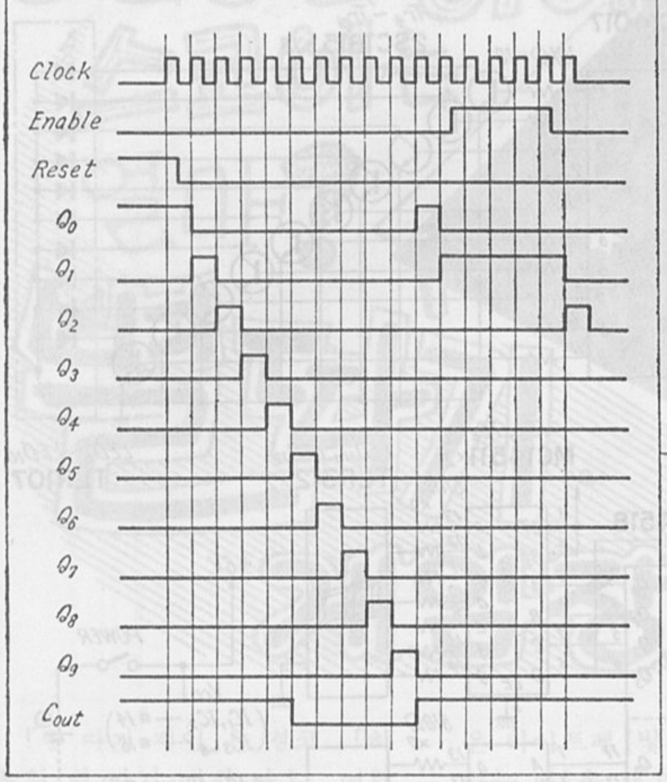
IC_1 MC14069UB는 C-MOS의 인버어터로서 패키지 속에 인버어터가 6회로 들어 있다. 이 중 2회로(ⓐ, ⓑ)를 사용한 회로는 시미트 트리거 회로로서 Tr_1으로부터의 검출신호를 〔그림 3〕과 같이 파형 정형하고 있다. 라이트펜을 대는 방법이 좋지 않을 경우라든가, 각도가 움직였을 경우의 나쁜 검출 신호 파형을 「H」, 또는 「L」레벨로 정형한다.

MC 14069 UB의 ⓔ, ⓓ 2

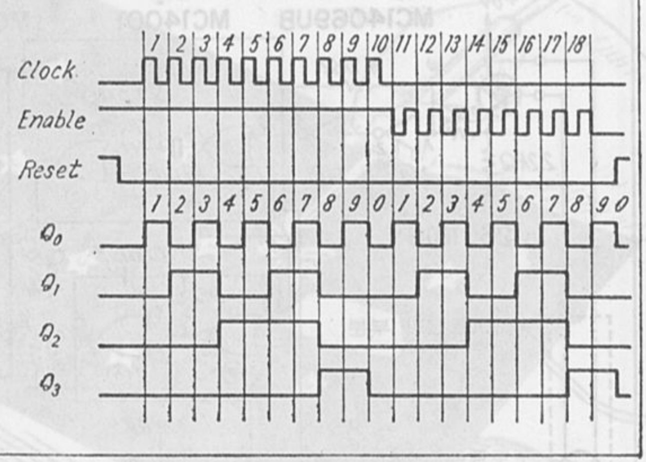


〔그림 3〕 MC14069UB에 의한 시미트 트리거 회로

〔그림 4〕 MC14017의 타이밍 차아트



〔그림 5〕 MC14518의 타이밍 차아트



회로는 타이머로서, 47μF과 1 MΩ의 반고정 저항에 의한 CR 회로에 RUN 스위치를 눌러 47μF에 충전을 한다. 그리고 스위치에서 손을 떼면 1MΩ에 의하여 방전을 개시하고, **MC 14069 UB**의 드레시 호울드 전압 이하로 저하하기까지 Tr_2 **2 SC1815** 의 베이스에 「H」를 출력한다.

Tr_2가 ON이 되면 이미터 전류가 LED_1～LED_2의 별을 표시하는 발광 다이오우드에 공급된다.

IC_2 **MC14001**은 2입력 NOR(노어) 게이트의 C-MOS IC인데, 패키지 속에 NOR 게이트가 4회로 들어 있다.

ⓓ ⓒ는 단안정 멀티바이브레이터로서, 검출회로로부터의 신호가 들어오면 IC의 드레시호울드 전압의 오차도 있지만, 약 0.08～0.3초의 펄스 폭을 가진 펄스를 발생한다.

ⓐ, ⓑ는 무안정 멀티바이브레이터로서 1번핀에 단안정 멀티바이브레이터로 부터의 펄스가 입력(「L」레벨)되고 있는 동안만 450Hz 정도의 저주파 토운을 발생한다. 이 신호를 Tr_3 **2 SC2120**으로 증폭하여 스피이커를 울리고 있다.

IC, **MC14017**은 10진 카운터/드라이버로서, D형의 플립 플롭을 5단 캐스케이드 접속한 존슨 카운터이고, 카운트 결과를 Q_0, Q_1～Q_9의 어느 하나를 「H」로 함으로써 출력한다.

이 IC는 〔표 1〕의 진리값표와 같이 CLK(CLOCK), CE(CLOCK ENABLE), R(RESET)의 입력상태에 의해 〔그림 4〕의 타이밍 차아트와 같은 작동을 한다. 출력의 Q_0～Q_9은 Tr_4～Tr_{13} **2 SC1815**의 베이스에 접속되어 「H」가 출력된 것만 ON이 되고, 컬렉터에 접속된 LED_1～LED_{10} 중의 하나가 발광한다(타이머가 작동중인 경우만. 타임 아웃일 때

〔표 1〕 MC14017의 진리값표

CLOCK	$\overline{CLOCK\ ENABLE}$	RESET	DECODE OUTPUT=n
0	×	0	n
×	1	0	n
×	×	1	Q_0
↑	0	0	n+1
↓	×	0	n
×	↑	0	n
1	↓	0	n+1

〔표 2〕 MC14518의 진리값표

CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
↑	1	0	Increment Counter
0	↓	0	Increment Counter
↓	×	0	No Change
×	↑	0	No Change
↑	0	0	No Change
1	↓	0	No Change
×	×	1	Q_0 thru Q_3=0

〔표 3〕 MC14511의 진리값표

INPUTS				OUTPUTS	
LE	$\overline{BI}$	$\overline{LT}$	D C B A	a b c d e f g	DISPLAY
×	×	0	× × × ×	1 1 1 1 1 1 1	8
×	0	1	× × × ×	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0	0
0	1	1	0 0 0 1	0 1 1 0 0 0 0	1
0	1	1	0 0 1 0	1 1 0 1 1 0 1	2
0	1	1	0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1	3
0	1	1	0 1 0 0	0 1 1 0 0 1 1	4
0	1	1	0 1 0 1	1 0 1 1 0 1 1	5
0	1	1	0 1 1 0	0 0 1 1 1 1 1	6
0	1	1	0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0	7
0	1	1	1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1	8
0	1	1	1 0 0 1	1 1 1 0 0 1 1	9
0	1	1	1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	1 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	1 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0	Blank
0	1	1	1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0	Blank
1	1	1	× × × ×	※	※

는 물론 발광하지 않는다).

IC₄ MC14518은 BCD 카운터의 C-MOS IC인데, 하나의 패키지 속에 동일회로가 2회로 들어 있다. 이 IC는 〔표 2〕의 진리값표와 같이 CLK, CE, R의 입력 상태에 따라 〔그림 5〕의 타이밍 차아트와 같은 작동을 한다. 카운트 결과는 Q_0 ~ Q_3에 BCD 코오드로 출력된다.

별을 딴 수의 최대 카운트수는 99로 했기 때문에 2자리의 카운터가 필요하므로 2회로를 캐스케이드로 접속했다. 2단째로의 자리올림 신호는 1단째의 Q_3가 「H」에서 「L」로 돌아가는 것을 이용하면 되므로, 2단째의 카운터는 CLK 단자를 V_{SS} (어어드)에 접속하여 CE 단자로 입력하고 있다. 이것은 〔표 2〕에 있는 2단째의 작동을 시키고 있는 것이다.

IC_5, IC_6 MC14511은 BCD-7세그먼트 디코우더/드라이버의 C-MOS IC로서, 입력된 BCD 코오드를 7세그먼트 발광다이오우드용의 구동신호로 변환하는 디코우더인데, 출력에 NPN형의 트랜지스터와 N채널 MOS FET가 콤플리멘터리 접속되어 있기 때문에 캐도우드 코먼(공통)형인 것을 직접 구동할 수 있다.

LED_{11}, LED_{12} TLR312는 캐도우드 코먼형의 7세그먼트 발광 표시기로서, 날일자(日) 모양으로 배열된 a~g의 7세그먼트 중 어느 것과 어느 것을 발광시키는지를 MC 14511에 의하여 외부에서 콘트롤하여 0, 1, …7, 8, 9를 표시한다.

◘ 부품 설명

이 세트에 사용하는 부품에 대하여 설명한다.

IC 어떤 메이커제나 상관없이 쓸 수 있다. MC14001, MC14017, MC14069 UB, MC14518 각 1개씩과 MC14511을 2개 사용한다.

Tr 2SC1815 11개와, 2SC2120을 1개 사용했는데, 2SC1815는 2SC372, 2SC732 등도 쓸 수 있다. 또 2SC2120은 2SC735 등도 사용할 수 있다.

P. Tr 포토트랜지스터인데 TPS601을 1개 사용한다.

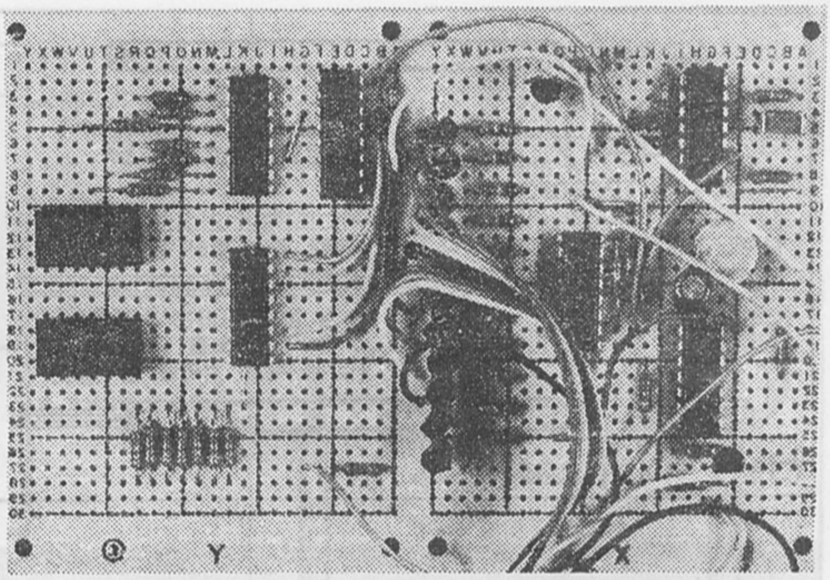
D 순방향 전압강하가 적은 것이 좋으므로 게르마늄 다이오우드 1N60을 사용한다.

LED 점 광원용으로 패키지가 납작하고 빨갛게 발광하는 TLR107을 10개, 7세그먼트의 표시기로서 캐도우드 코먼형의 TLR312를 2개 사용한다.

저항 510Ω 15개, 2.2kΩ 2개, 4.7kΩ, 47kΩ, 1kΩ, 2.2MΩ, 5.6kΩ을 각 1개, 10kΩ을 15개 사용하는데, 모두 1/8 W P형의 소형품을 사용한다.

1MΩ의 반고정저항은 10φ의 방진구조로 된 것을 사용한다.

콘덴서 0.001 μF (1000 pF)은 마일러 콘덴서를, 그리고 0.1μF은 시이멘스사의 폴리카아보네이트 콘덴서를, 또 47μF 6.3V는 전해 콘덴서를 각각 1개씩 사용한다.



〔만능기판에 짠 별따기 게임기〕

스위치 RUN 스위치는 2P의 푸시온 스위치이며, 전원 스위치는 6P의 토글 스위치로서, 소형인 것을 1개씩 사용한다.

스피이커 포켓 라디오용의 구경이 5~6㎝인 소형 다이내믹 스피이커로서 8Ω짜리를 사용한다. 「비이」하고 단일음을 출력시키는 것뿐이므로 값싼 것으로 충분하다.

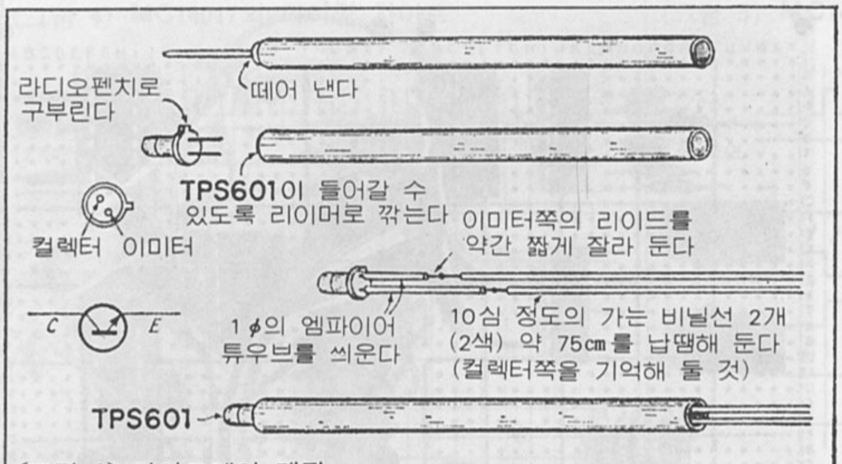
테스터봉 라이트펜으로 이용하기 위해서 사용했는데, 보올펜 축 등을 이용하는 것도 좋은 방법이다.

아크릴판 투명한 빨간색으로서 1㎜두께 정도의 아크릴판과, 불투명한 1㎜두께 정도의 플라스틱판을 1개씩 사용한다. 불투명한 판은 알루미늄 판이라도 좋지만 가공하기 쉬운 수지재를 사용한다.

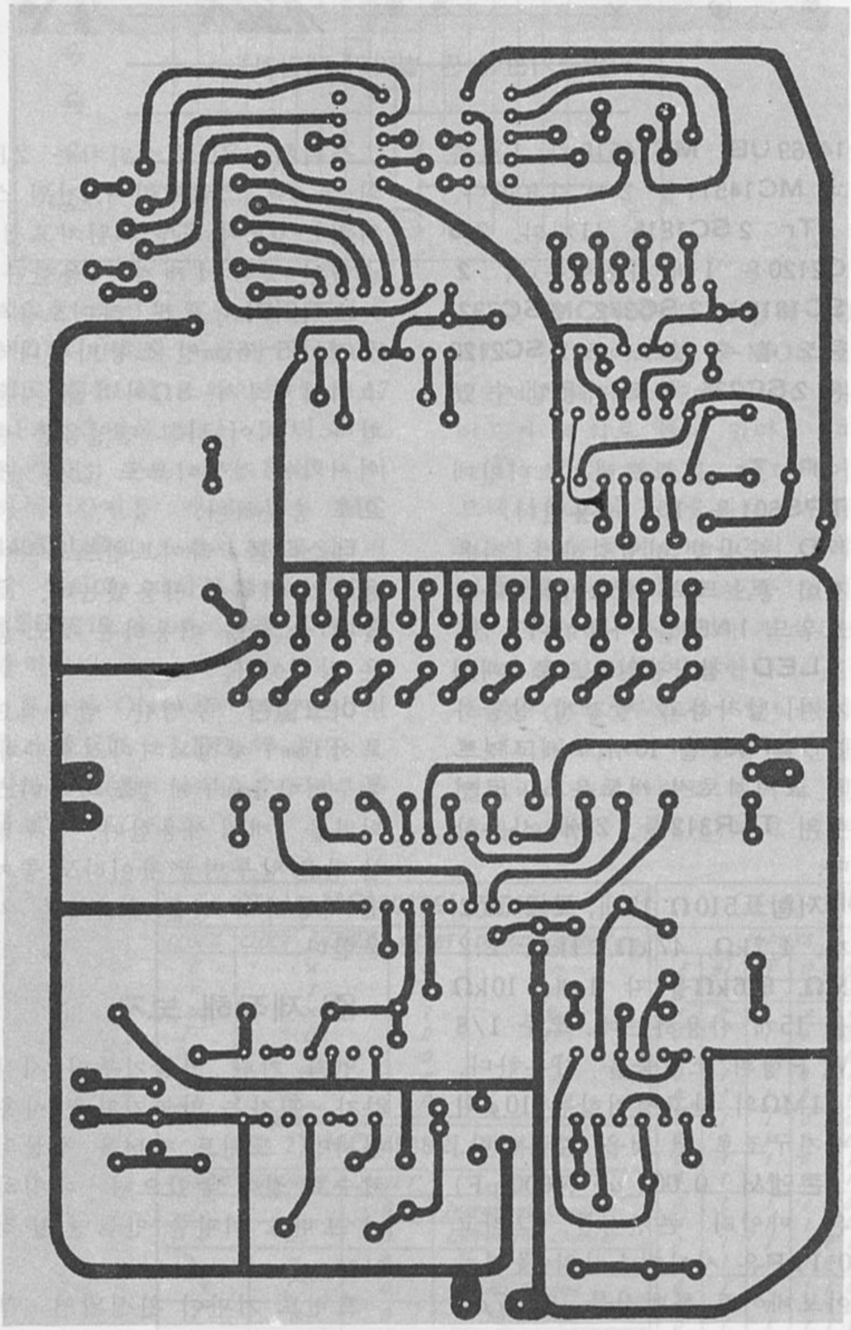
◘ 제작해 보자

먼저 기판 만들기부터 시작하자. 필자는 만능기판을 사용했지만, 프린트 패턴을 실물의 치수로 실어 놓았으니 에칭하여 프린트 기판을 만들면 될 것이다.

프린트 기판이 완성되면 부품을 고정하는데, IC MC14511을 고정시키기 전에 0.5φ 정도



〔그림 6〕 라이트펜의 제작



〔그림 7〕 프린트 패턴도 (원치수)

의 주석 도금선, 또는 10심 정도의 비닐선의 심선을 잘 꼬아서 납도금을 하고 단선 모양으로 하여, IC 밑에 넣는 형식으로 2군데 점퍼를 건네 둔다. 또 이 때 다른 점퍼도 건네 두는 것이 좋을 것이다.

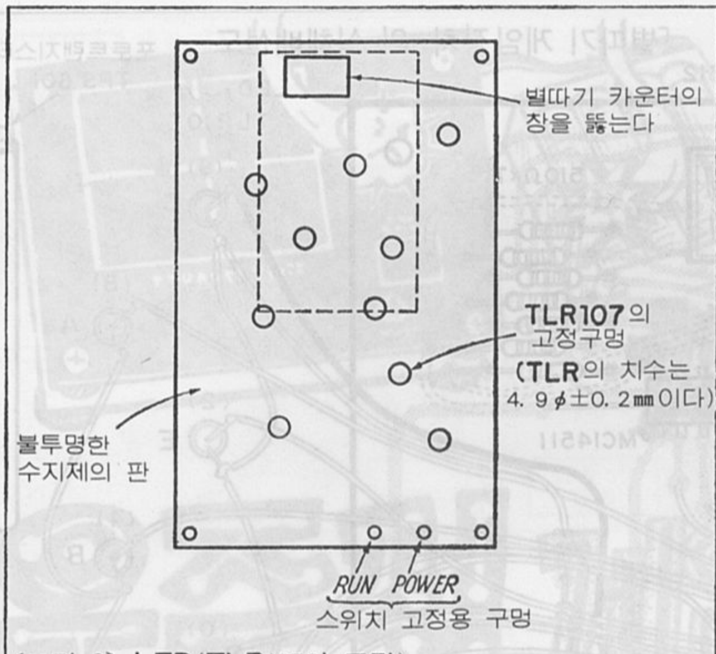
IC와 트랜지스터의 고정은 다음 점에 주의하기 바란다. IC는 6개가 있는데, 패키지의 오목한 마아크의 방향을 실체배선도로 잘 확인하기 바란다. 3개씩 〔(**MC14069 UB**, **MC14001**, **MC1407**), (**MC14518**, **MC14511**, **MC14511**)〕 반대로 향하고 있다. 트랜지스터는 13개 있는데, 라이트펜과 접속하는 **2SC1815**만 반대로 향하고 있다.

LED **TLR312**는 패키지의 볼록부를 잘 확인하고 붙이기 바란다. 반대로 붙여도 발광은 하지만 숫자가 되지 않으므로 주의해야 한다.

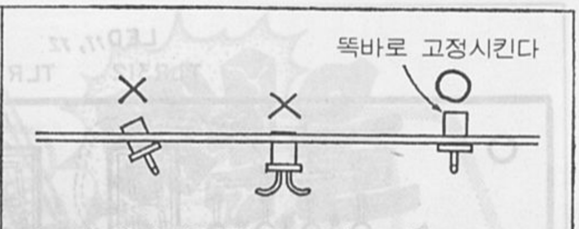
다음에 〔그림 8〕을 참고하여 라이트펜을 만든다. 테스터봉 끝에 있는 핀을 떼고 그 속에 포토트랜지스터 **TPS601**을 밀어 넣어 만든다. 테스터봉 대신 보올펜 축을 이용해도 좋다. **TPS601**의 렌즈 부분이 밖으로 나와 있게 하고, 밀어도 움직이지 않게 만든다.

아크릴판을 준비하여 LED **TLR107** 10개를 적당한 위치에 고정시킨다. 〔그림 9〕와 같이 불투명한 수지제의 판에 5φ의 구멍을 뚫고, LED를 삽입한다. 구멍이 너무 클 경우에는 접착제로 똑 바로 고정시킨다. 또 기판을 고정시키는 구멍도 3.2φ로 4개 뚫는다. 커버는 빨간 투명 아크릴판을 사용하되, LED 고정용의 아크릴판과 포개어 4개의 구석에 3.2φ의 구멍을 뚫고, 또 스위치를 고정시킬 구멍 2개를 각 스위치에 맞추어 뚫는다.

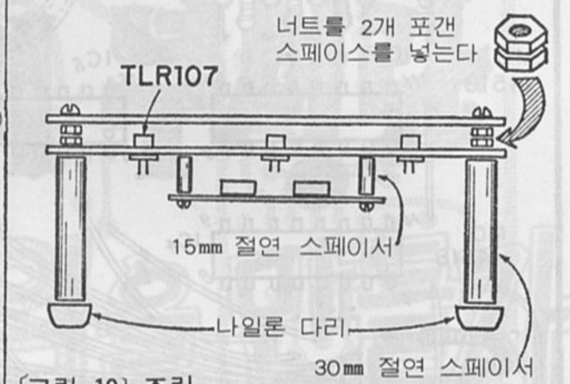
다음에 기판의 트랜지스터



〔그림 8〕 LED(TLR107의 고정)



〔그림 9〕 LED(TLR107의 고정)



〔그림 10〕 조립

2SC2120의 컬렉터와 LED TLR107을 배선하는데, TLR107의 굵은 리이드가 캐도우쪽에서 각 트랜지스터에 배선한다. 가는 리이드가 애노우드쪽에서 각 애노우드를 함께 이어서 기판 위의 510Ω짜리 저항에 배선한다.

라이트펜과 스피이커, 각 스위치, 전지 스냅을 배선하면 완성된다.

◘ 시험과 조정

전지를 세트하고, 전원 스위치를 넣는다. 전원을 투입할 때 스피이커에서 「비이」하면서 소리가 나는데, 그것은 전원 스위치를 넣으면 단안정 멀티바이브레이터가 작동하기 때문이며 염려할 것은 없다.

1MΩ의 반고정저항을 중간에 세트하여 RUN 스위치를 누른다. 횟수 카운터가 「00」에 리세트되고, TLR107이 하나 발광할 것이다. 그 발광다이오우드에 라이트펜을 대면 다른 TLR107이 발광하고, 횟수 카운터가 하나 카운트를 진행한다. 그 순간에 「비이」하고 스피이커에서 출력되면 원칙 대로 되고 있는 것이므로 작동은 이상이 없다.

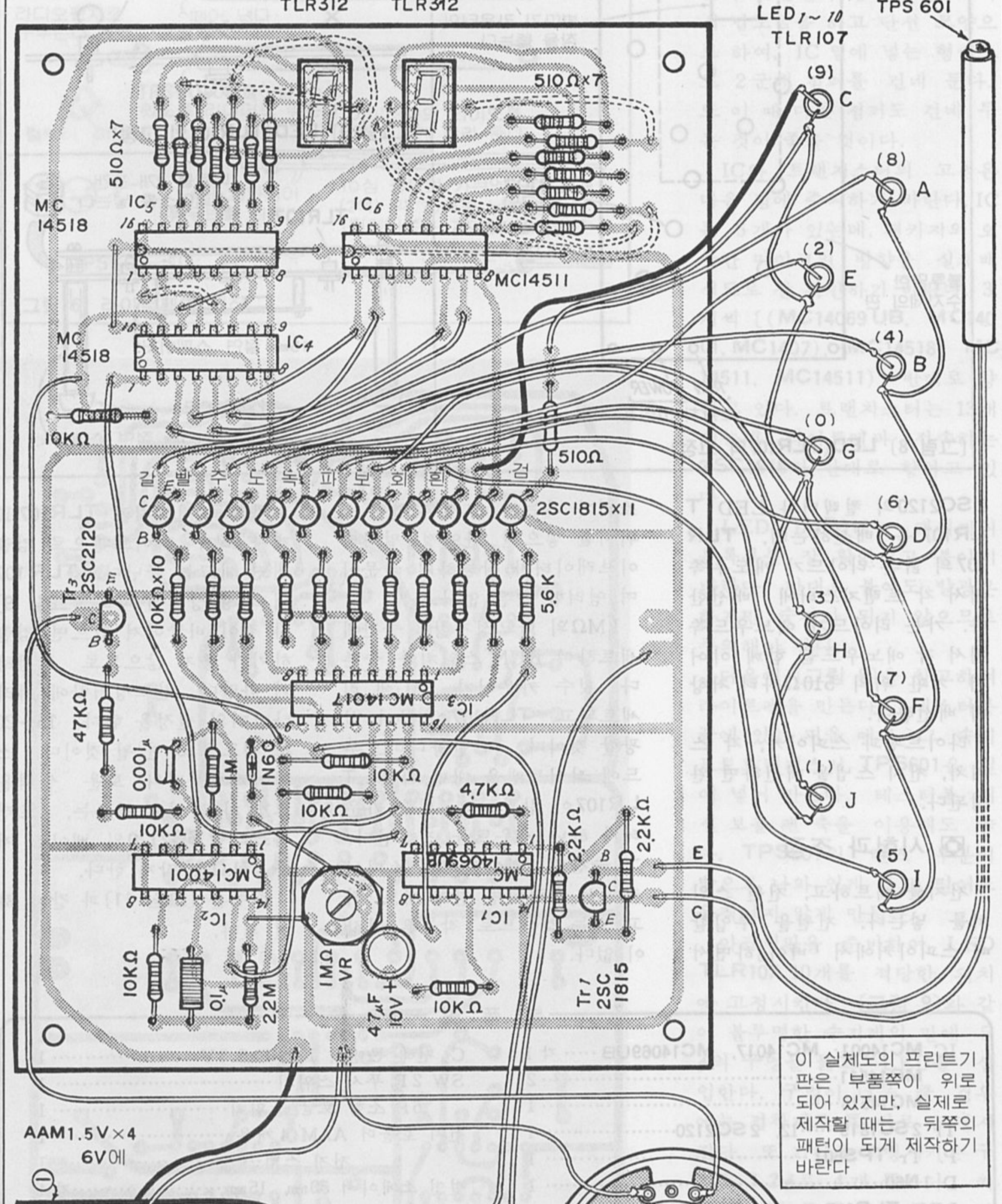
차례로 진행시켜 TLR107 10개가 모두 라이트펜으로 검출되면 체크는 끝난다. TLR107의 고정 상태에 따라 〔그림 9〕와 같이 비뚤어져 있으면 검출하기가 좋지 않으므로 교정하기 바란다. 반고정저항에 따라 타이머의 설정을 한다. 15~20초 정도로 하면 될 것이다. 스피이커로부터의 토운 출력을 크게 하고 싶은 경우는, 트랜지스터 2SC2120의 베이스 저항 47kΩ을 작게 한다.

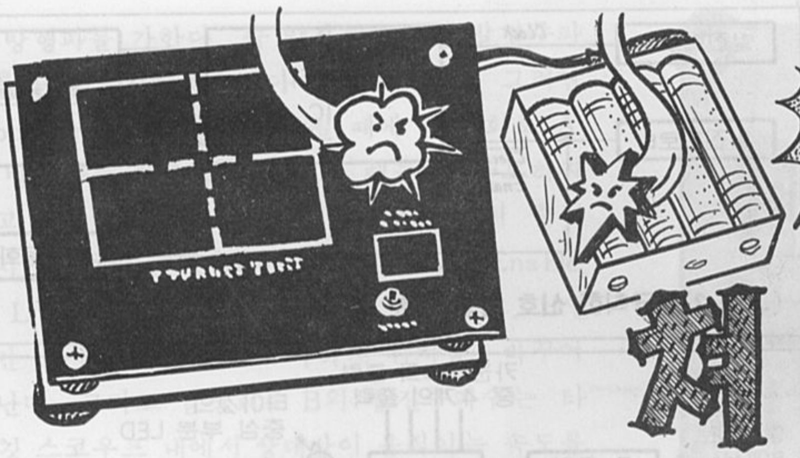
조립은 〔그림 11〕과 같이 하면 된다.

부 품 표

IC MC14001, MC14017, MC14069UB …… 각 1	C 전해 콘덴서 100μF 6.3V …… 1
MC14511 …… 2	SW 2P 푸시 스위치 …… 1
MC14518 …… 1	6P 소형 토글 스위치 …… 1
Tr 2SC1815 …… 12, 2SC2120 …… 1	전지 호울더 AAM 4개용 …… 1
P. Tr TPS601 …… 1	전지 스냅 …… 1
D 1N60 …… 1	절연 스페이서 30mm, 15mm …… 각 4
LED TLR107 …… 10, TLR312 …… 2	고무 다리(나일론 다리)소형 …… 4
R RD 1/8 P	엠파이어 튜우브 1φ …… 약간
510Ω …… 15, 2.2kΩ …… 2, 10kΩ …… 16	비닐선 10심 10색 평형 코오드 …… 약간
4.7kΩ, 5.6kΩ, 47kΩ, 1MΩ, 2.2MΩ … 각 1	테스터봉 …… 1
반고정저항 10φ 1MΩ …… 1	다이내믹 스피이커 5~6cm 8Ω …… 1
C 마일러 0.001μF …… 1	
폴리카아보네이트 0.1μF …… 1	

「별따기 게임장치」의 실체배선도



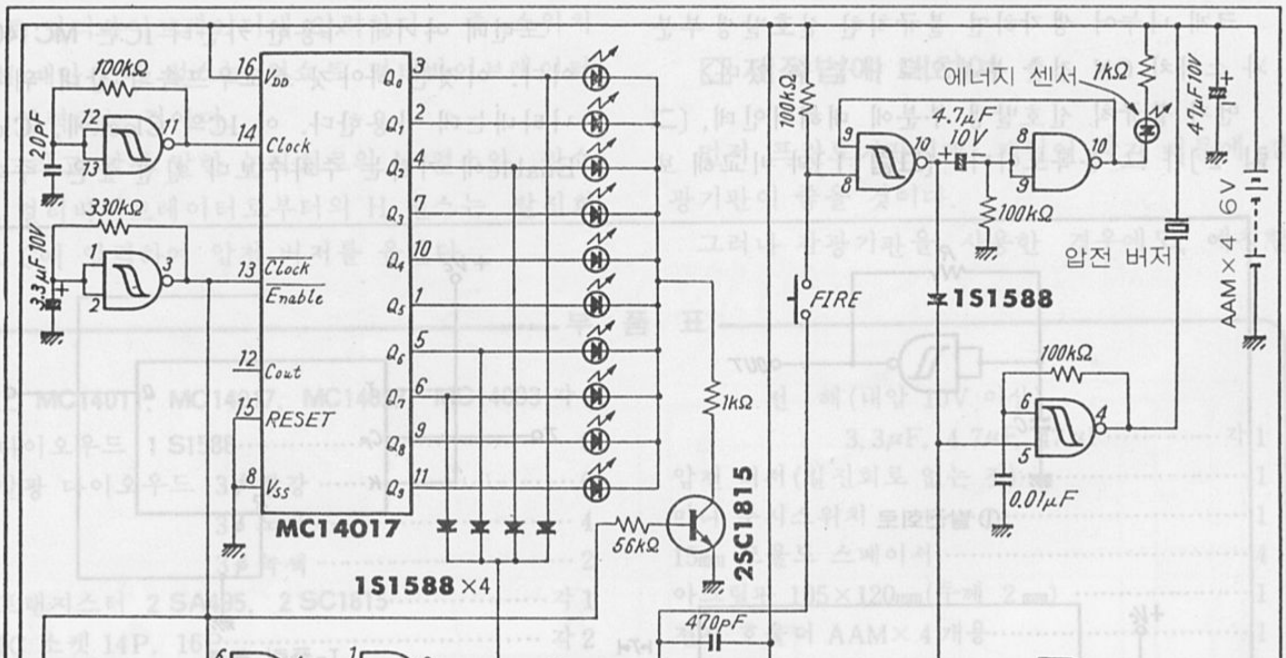


적을 쳐부셔라! 우주전 게임을 만들자

2100년, 인류는 우주공간을 자기네 소유물로 하고 있었다. 그러나 이 우주에는 우리 인류 외에도 고도의 지능을 가진 생물이 존재하고 있었던 것이다. 인류는 그들과 평화롭게 지내기를 바랐지만, 그들은 들은 체도 하지 않고 공격을 해 왔다.

찌이, 찌이, 찌이……

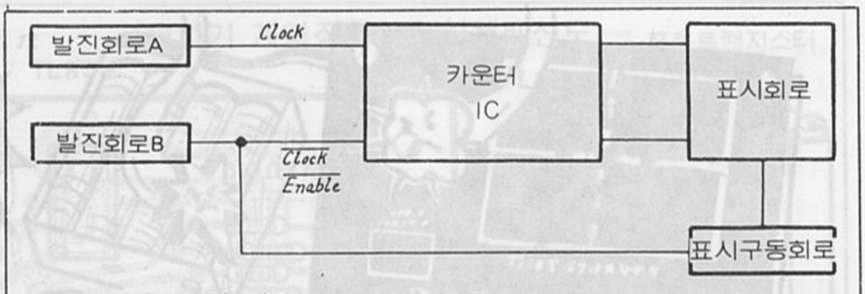
「미확인 비행부대 발견!」



〔그림 1〕회로도

컴퓨우터가 그들의 전투우주선을 발견했음을 알려 오자 앞면에 있는 타아깃 스코우프에 그것을 포착했다. 컴퓨우터가 상대방의 움직임을 계산하여 표적을 정한다. 「발사!」

레이저 광선을 발사하여 에너지 센서로 표적이 폭파되었음을 확인했다. 여기서는 반짝반짝 불규칙적으로 빛나는 발광다이오우드를 사용한 게임을 소개한다. 타아깃 스코우프 속을 불규칙하게 움직이는 우주선을 스코우프의 중심에 왔을 때 격추시키는 게임이다. 압전 버저를 떼어 놓으면 불규칙하게 빛나는 발광 다이오우드의 일루미네이션도 될 것이다.



〔그림 2〕불규칙한 신호 발생 부분 블록도



〔그림 3〕스위치 ON 검출부분

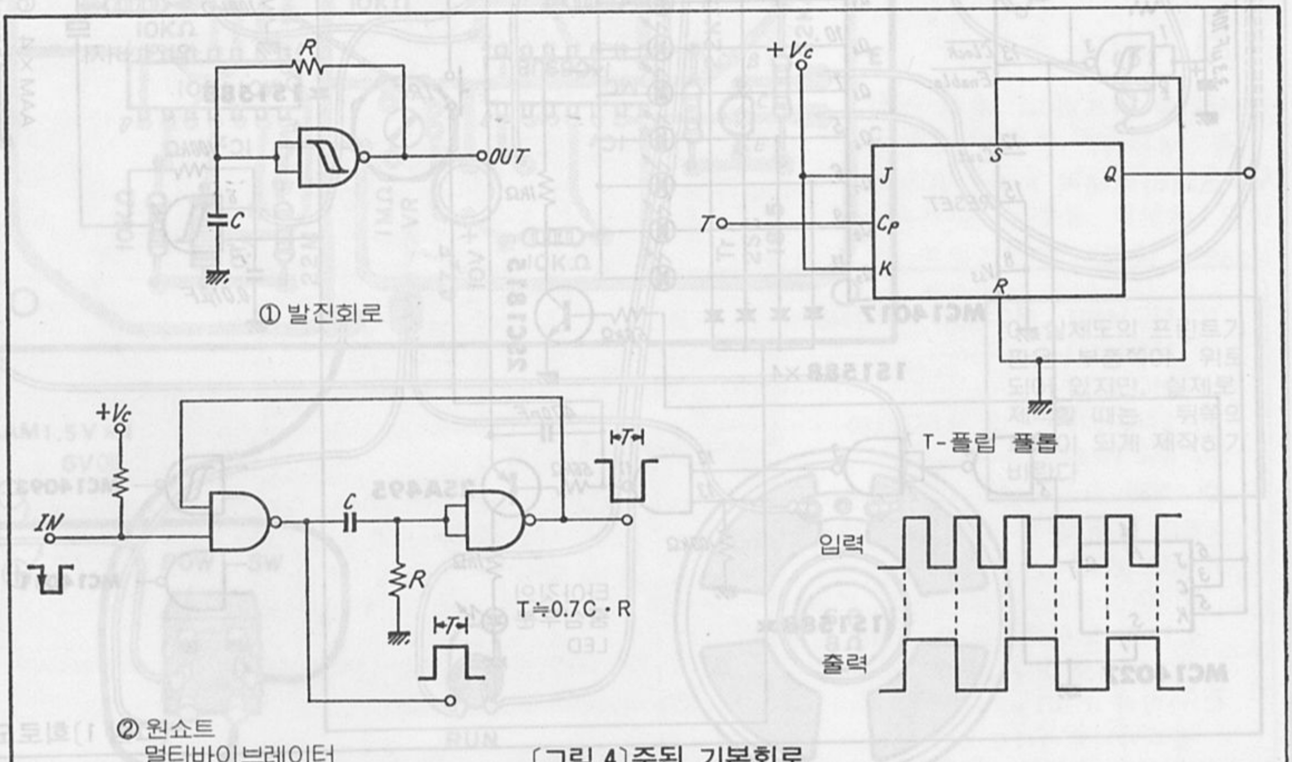
◇회로에 대하여

〔그림 1〕이 회로도이다.

크게 나누어 생각하면 불규칙한 신호발생 부분과 스위치 ON 검출 부분으로 나눌 수 있다.

먼저 불규칙 신호발생 부분에 대해서인데, 〔그림 2〕가 그 블록도이다. 〔그림 1〕과 비교해 보면 알 수 있지만, 발진회로 A, B는 시미트 게이트를 사용한 발진회로이고, 표시회로는 발광 다이오우드이며, 그 구동회로는 트랜지스터 2SC1815이다.

그런데 여기에 사용한 카운터 IC는 MC14017이다. 이것은 타아깃 스코우프속의 상대 위치를 나타내는데 사용한다. 이 IC의 Clock에, Clock Enable에 가하는 주파수보다 훨씬 높은 주파수



〔그림 4〕주된 기본회로

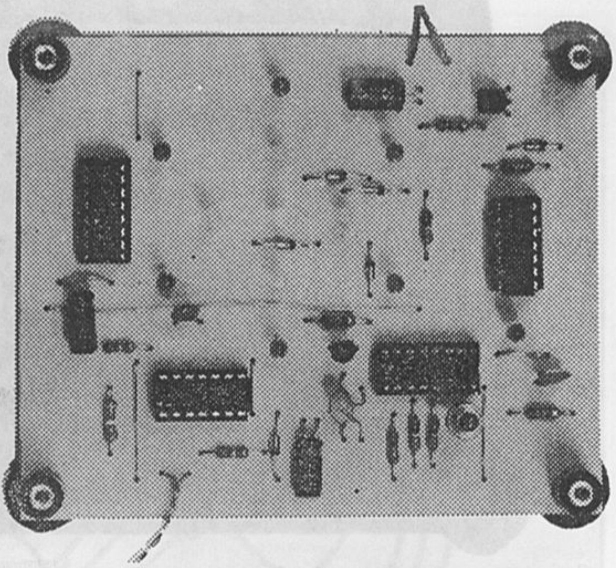
의 방형파를 가한다. 즉 발진회로 A의 발진주파수를 B의 발진주파수보다 높게 해 둔다. 그러면 Clock Enable의 단자가 L일 때에 발진회로 A의 방형파를 카운트하고, H일 때는 카운트하지 않고 정지해 버리기 때문에 정지했을 때의 출력위치가 불규칙하게 된다. 그래서 Clock Enable이 L일 때는 표시회로를 동작시키지 않고, H일 때만 표시하게 하면 불규칙하게 위치를 바꾸어 빛난다. 그리고 발진회로 B의 발진주파수는 타아깃 스코우프 내에서 상대방이 움직이는 속도를 결정한다.

다음에는 스위치 ON 검출 부분인데, 〔그림 3〕이 그 블록도이다.

먼저 T-플립 플롭과 논리회로 부분에서는 타아깃 스코우프의 중심 주위에 있는 LED4개가 켜졌을때, 중심의 LED를 발광시킬 것인가 하는 것을 결정하고 있다. 그리고 이 부분의 출력은 중심부LED가 켜졌을 때의 L 펄스와, 중심 주위의 LED4개중 어느 것이 켜졌을 때의H 펄스이다.

그런데 L의 펄스는 푸시 스위치를 통하여 원쇼트 멀티바이브레이터에 입력한다. 즉 스위치 ON 때만 L의 펄스는 원쇼트 멀티바이브레이터에 입력하는 것이다.

그리고 앞서 말한 논리회로의 H 펄스와 원쇼트 멀티바이브레이터로부터의 H 펄스는 발진회로 C에 입력하여 압전 버저를 울린다.



우주전게임의 기판상태

각각 블록도로 설명했지만, 〔그림 1〕의 회로도와 비교해 보고, 어느 부분이 어떤 동작을 하는지를 생각해 보면 응용할 수 있을 것이다(〔그림 4〕참조).

그리고 L의 펄스란 마이너스 펄스이고, H의 펄스는 플러스 펄스를 말한다.

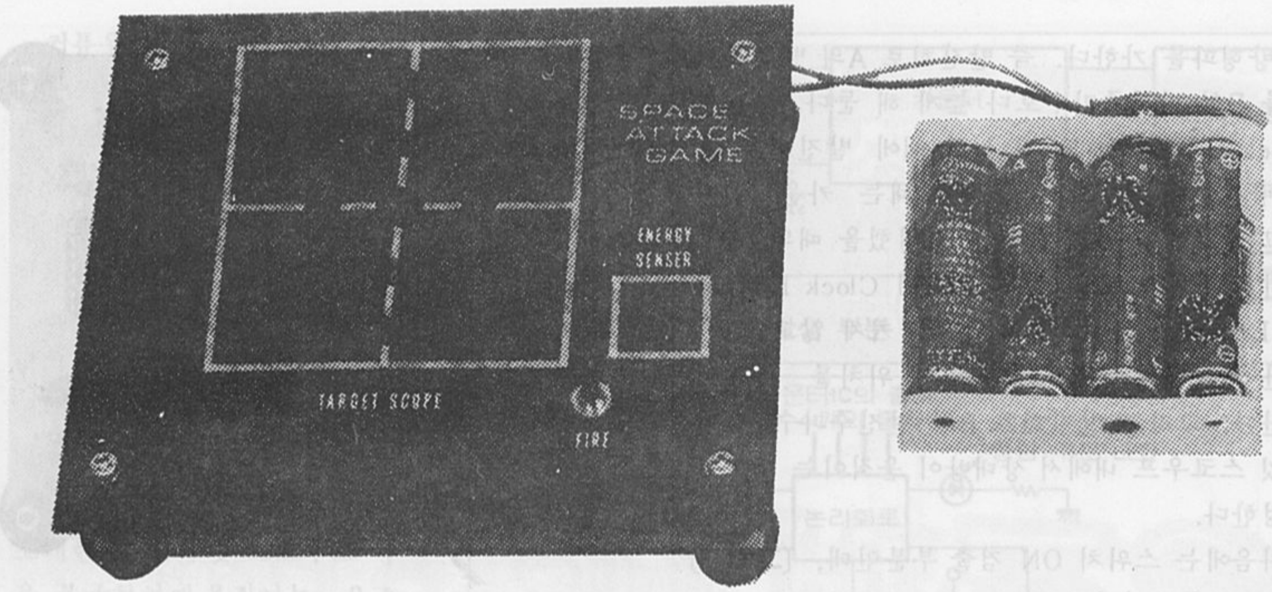
◇ 제작법에 대하여

먼저 프린트기판인데, 패턴이 작기 때문에 감광기판이 좋을 것이다.

그러나 감광기판을 사용한 경우에도, 에칭할

부 품 표

IC MC14011, MC14017, MC14027, MC14093···각 1
다이오우드 1S1588·····················6
발광 다이오우드 3φ 빨강·················6
3φ 노랑··························4
3φ 녹색··························2
트랜지스터 2SA495, 2SC1815············각 1
IC 소켓 14P, 16P······················각 2
저항 1/4W 카아본
1kΩ······························3
56kΩ·····························2
100kΩ····························6
330kΩ····························1
콘덴서 세라믹 20pF·····················1
470pF·····························1
0.01μF(103)·······················1
전 해(내압 10V 이상)
3.3μF, 4.7μF, 47μF···············각 1
압전 버저(발진회로 없는 것)··············1
미니 푸시스위치························1
15mm 모울드 스페이서····················4
아크릴판 105×120mm(두께 2mm)···········1
전지 호울더 AAM×4 개용·················1
전지 스냅 FC-1용······················1
건전지 AAM····························4
고무 다리(소형)························4
주석 도금선··························약간
기타 감광기판, 현상제, 그리고 취향에 따라 인스턴트 레터링, 레터링 테이프 등이 필요하다.



때는 패턴의 사이가 깨끗이 녹아 있는지 확인한다.

에칭이 끝났으면 구멍 뚫기를 한다. 본기에서는 아크릴판의 패널을 붙이는 것뿐이므로, 이 때 고정구멍의 중심을 맞추기 위해서 1㎜φ의 구멍을 2장 포개어 뚫어 두면 스페이서로 고정시킬 때 수월하다.

패널의 가공은 〔그림 5〕를 참고하기 바란다. 조립도는 〔그림 6〕이다. 그리고 패턴도는 〔그림 7〕이다.

◇ 가지고 노는 법

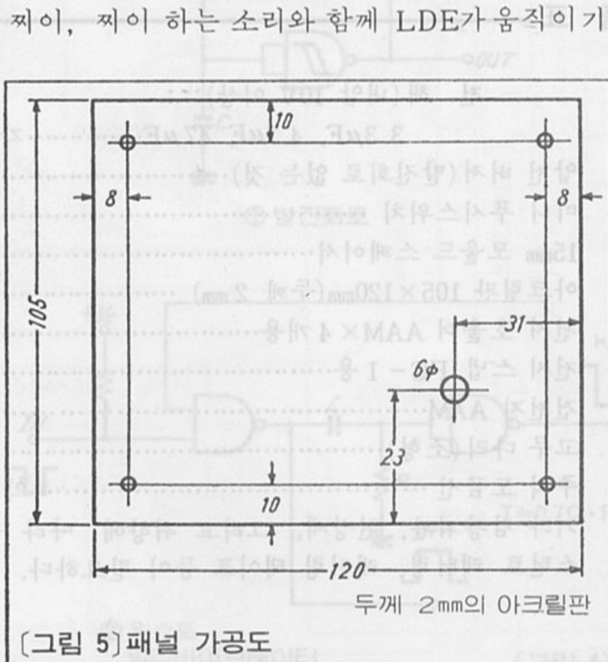
먼저 AAM×4개의 전지를 스냅에 접속한다. 찌이, 찌이 하는 소리와 함께 LDE가 움직이기 시작한다. 중심 주위에 4개의 LED가 켜지면 뽀오하고 울린다.

이 4개의 LED가 켜질 때 중심의 LED가 켜질 가능성이 있다.

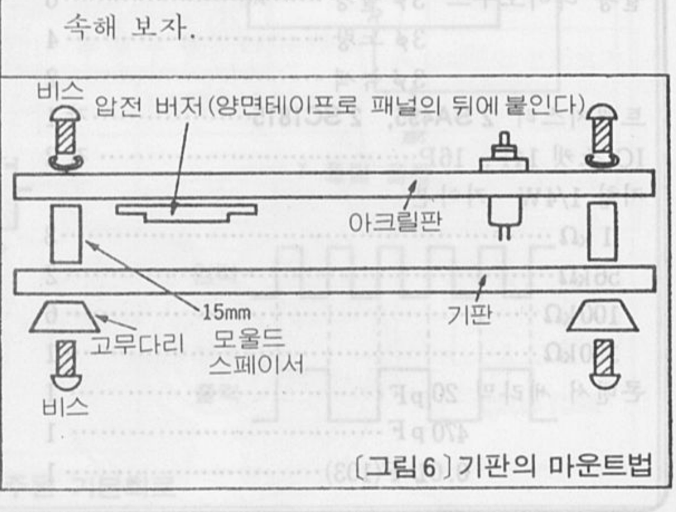
필자는 맨 바깥쪽의 LED 6개는 빨강, 중심 주위가 노랑, 중심에 녹색의 LED를 사용했기 때문에 노랑과 녹색이 동시에 켜졌을 때, 레이저 광선을 발사하면 목표에 명중하고, 그 폭발의 에너지를 에너지 센서로 확인한다. 명중하면 삐이 하는 소리로 바뀐다.

그리고 본기에서는 게임하는 시간을 정하는 회로나 몇대 격추했는지 세는 카운터회로는 붙이지 않았지만, 카운터회로는 본지에서도 이미 발표된 바 있으므로 참고하기 바란다.

〔그림 8〕이 그것을 위한 변경 방법인데, 4093의 1번과 2번핀을 분리하여 타이머 IN으로 하면 여기가 H일 동안만 게임을 할 수 있게 되므로, Counter Out에서 카운터 회로의 클럭 입력에 접속해 보자.

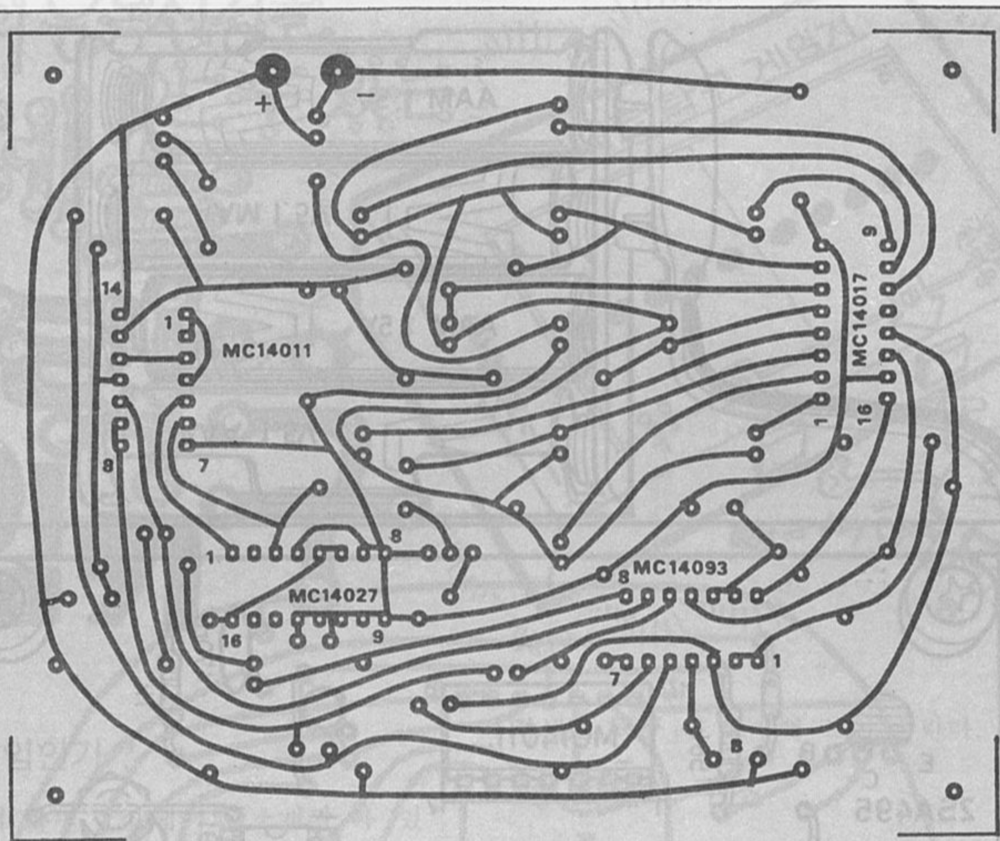


〔그림 5〕패널 가공도



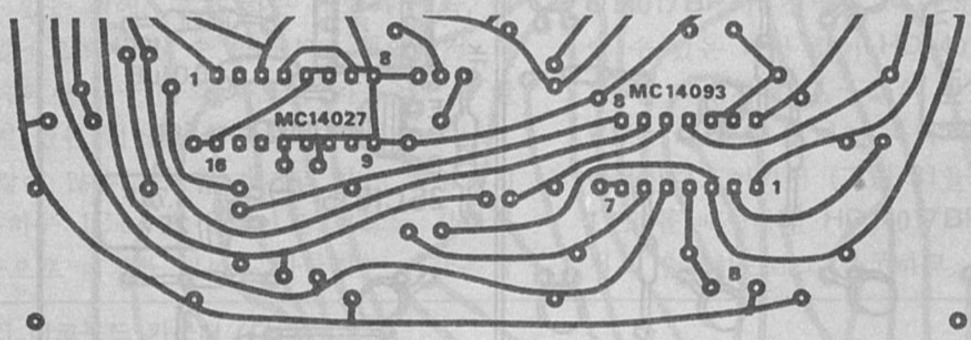
〔그림 6〕기판의 마운트법

〈그림 7〉원치수 패턴도

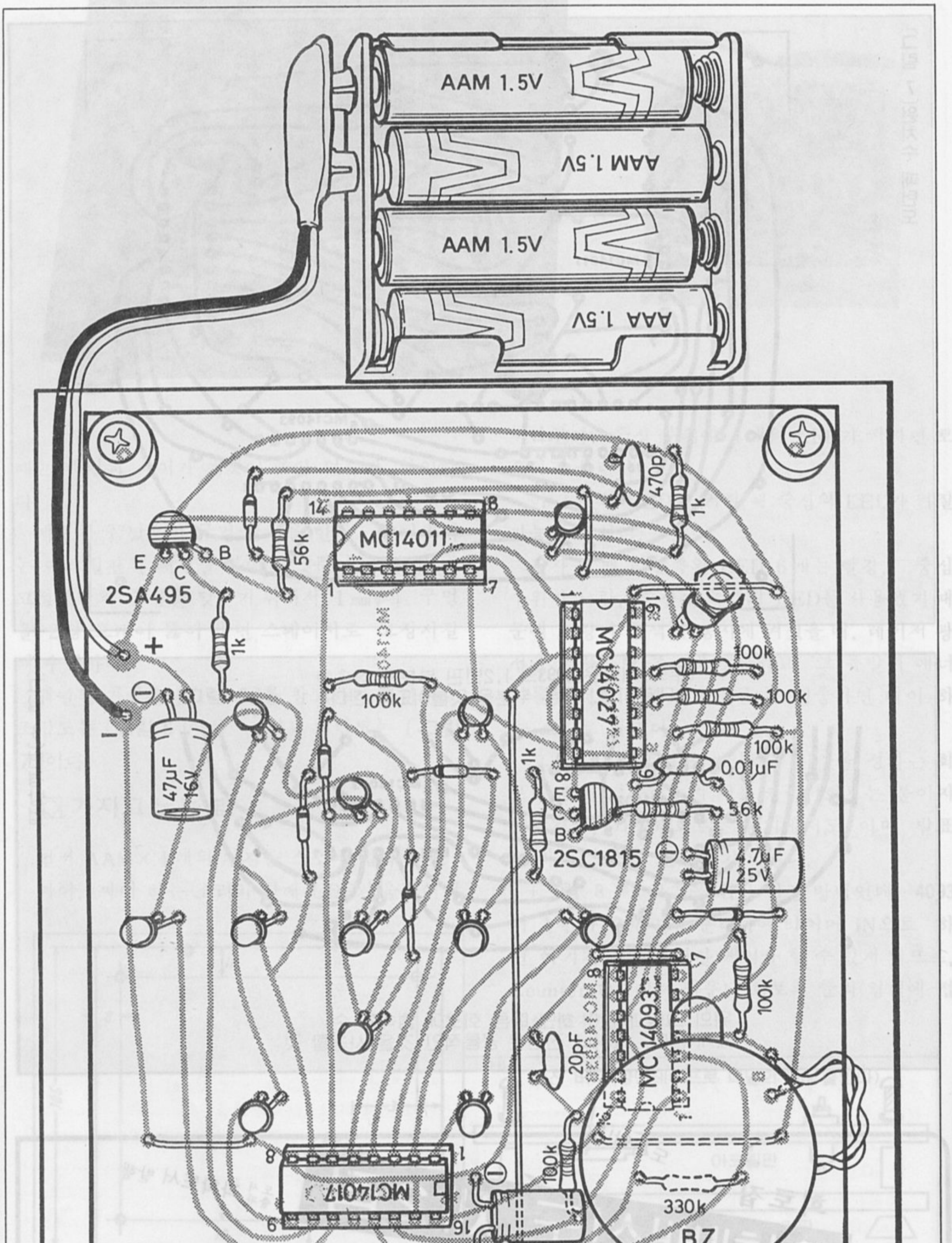


〈그림 8〉변경방법

(주의) 패턴은 4093의 1,2번핀 부분은 접속한 그대로이고, 다른 부분을 덧붙이도록 한다

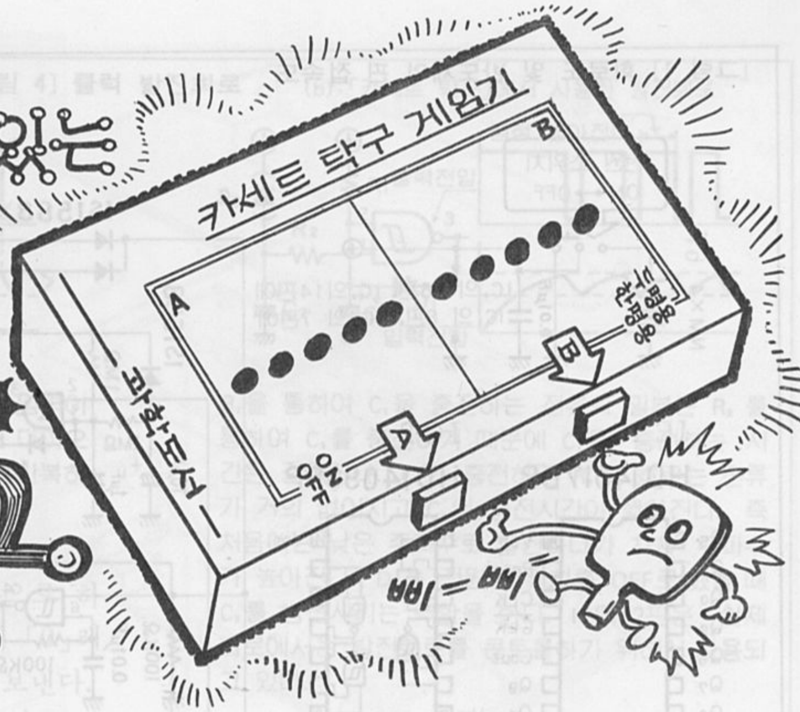


위의 그림과 같이 하면 다른 회로에 접속할 수 있게 된다. 그러나 전원은 공통적인 것을 사용할 것



AAM 1.5V
AAM 1.5V
AAM 1.5V
AAA 1.5V
MC14011
56k
2SA495
E C B
1k
47μF 16V
100k
1k
MC14027
100k
100k
100k
0.01μF
470pF
1k
56k
2SC1815
4.7μF 25V
100k
MC14093
20pF
MC14017
100k
3.3μF 25V
330k
BZ

여러분의 운동신경을 알수있는 카세트 탁구 게임기



◈ 어떤 게임인가?

탁구 게임이라 하면 1집에서도 소개된 바 있지만, 카세트 케이스에 싣는 탁구 게임기의 결정판을 소개한다.

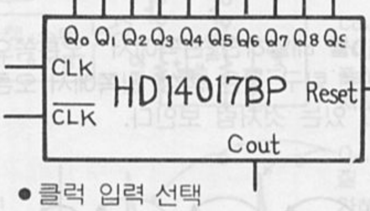
「카세트 탁구」는 두 사람의 플레이어가 게임을 할 수 있는 외에, 혼자 하는 게임과 연습, 이 3가지 방식으로 즐길 수 있다. 또 게임에서 랠리가 계속되면 탁구 공의 속도가 자동적으로 빨라져 드릴 있는 게임을 즐길 수 있다.

이와 같이 많은 기능을 가지고 있는 게임기지만, 사용하는 IC는 단 2개이고 회로도 간단하다. 처음으로 디지틀 게임을 만들려는 사람은 꼭 「카세트 탁구」에 도전해 보기 바란다.

◈ 회로의 구조

〔그림 1〕이 「카세트 탁구」의 회로도이다. IC_1은 HD14017BP라는 IC인데, 디코우드 카운터/디바이더라는 회로가 들어 있다. 〔그림 2〕에 HD14017BP의 설명을 나타냈다. 〔그림 2〕에서 알 수 있는 바와 같이 HD14017BP의 출력에 LED를 고정시켜 Q_0~Q_9의 순서로 배열하면, LED는 Q_0에서 Q_9까지 차례로 켜지는데 이것을 반복한다. 여기서 〔그림 3〕을 보자. 이와 같이 LED를 배열하면 HD14017BP는 Q_0~Q_9의 순서로 출력하는데도 불구하고, 왼쪽에서 오른쪽,

〔그림 2〕 디코우드 카운터/디바이더 IC



● 클럭 입력 선택

클럭입력	CLK	$\overline{CLK}$
CLK를 사용	↑	0
$\overline{CLK}$를 사용	1	↓

이를테면
클럭을 CLK에 입력할 때는 $\overline{CLK}$를 어어드에 접속한다. 클럭은 「상승」으로서 유효하게 된다.

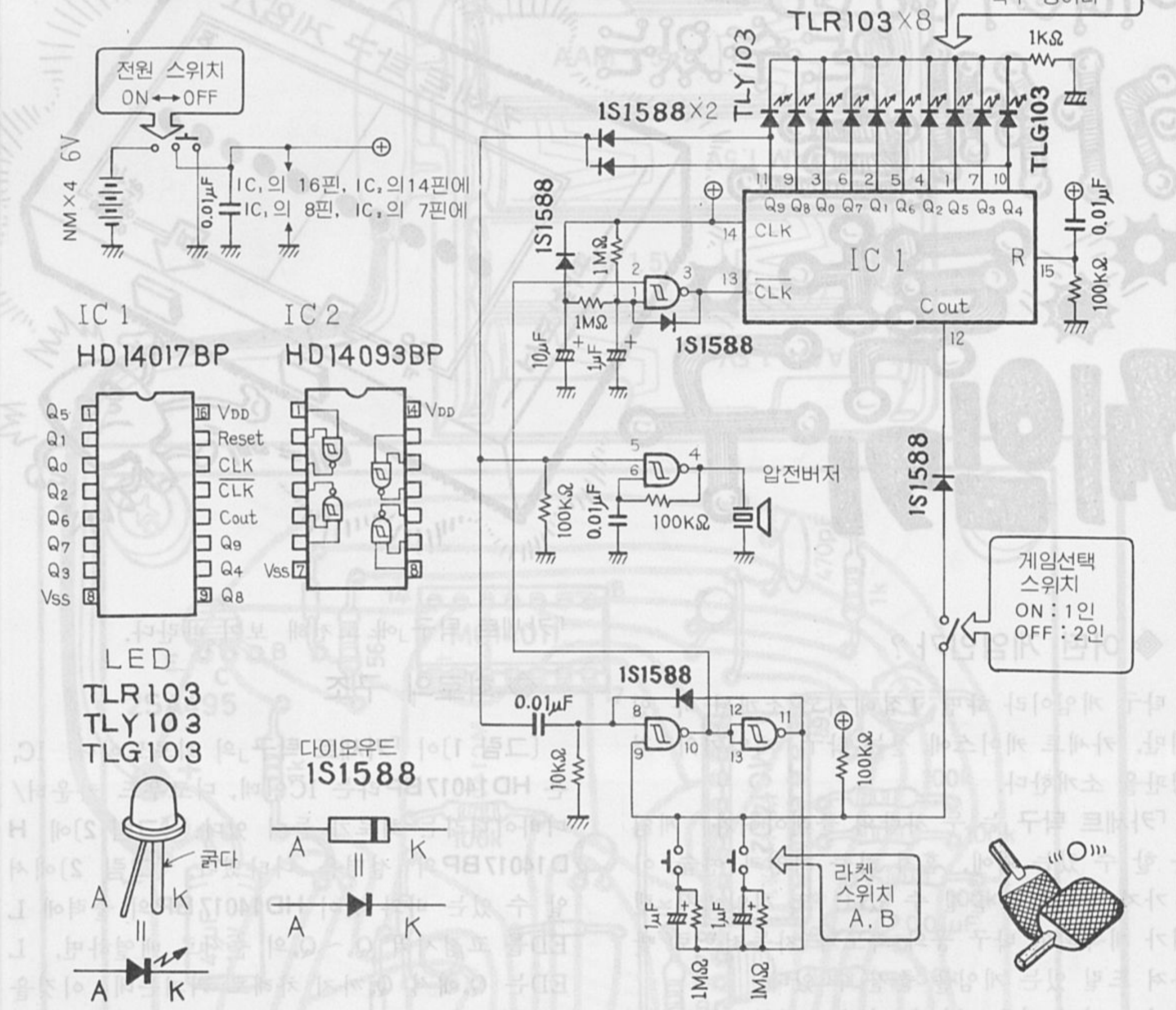
● 클럭이 들어가면?

클럭이 들어가면	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Cout
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

출력이 어떤 상태이더라도 Reset가 「1」이 되면 맨 위의 상태가 된다.

즉 클럭이 입력되면 $Q_n \rightarrow Q_{n+1}$로서 출력이 변한다.
Q_9일 때는 Q_0가 된다.

〔그림 1〕 회로도 및 반도체의 핀 접속도

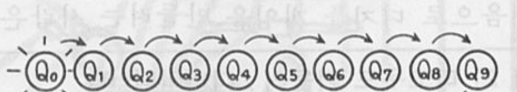


오른쪽에서 왼쪽으로 탁구 공이 움직이게 된다.

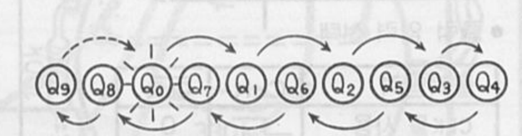
다음에 탁구 공의 이동 속도를 더 빠르게 하기 위해서 발진회로를 〔그림 4〕 (b)에 보였다. 보통 사용되고 있는 발진회로에 저항·콘덴서, 다이오우드를 각각 1개씩 가한 것뿐이지만, 랠리가 계속되었을 때 탁구 공의 속도를 올리기에 안성마춤이다. 이 IC는 낯익은 **HD14093BP**, 시미트 트리거 입력 낸드 게이트의 1/4을 사용했다. 남은 **HD14093BP**는 소리를 내기 위한 발진회로와 라켓 스위치를 누르는 타이밍을 판단하는데 사용하고 있다.

〔그림 5〕에 라켓 스위치와 그 판단회로를 보였다. 라켓 스위치 A·B는 병렬로 되어 있기 때문에 플레이어 A가 B의 공을 쳐서 돌려 보낼 수 있지만(이것은 혼자 플레이할 때 도움이 된다!), 둘이서 플레이할 때 상대방의 공을 쳐 돌려 보내는 사람이 없기 때문에 이 회로가 되었

〔그림 3〕 LED의 배열 방법



이와 같이 LED를 배열하면 왼쪽에서 오른쪽으로 LED가 켜지므로 탁구 공은 항상 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하고 있는 것처럼 보인다.



이와같이 LED를 배열하면 띄엄띄엄 LED가 켜지지만, 탁구공은 왼쪽에서 오른쪽으로, 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하고 있는 것 같이 보인다.

[그림 4] 클럭 발진회로

(a) 일반적인 발진회로 (b) 「카세트 탁구」에서 사용한 발진회로



(a) 저항 R_1을 통하여 콘덴서 C_1을 충전한다. 입력이 「H」 레벨이 되면 출력이」「L」 레벨이 되고 다이오우드 D_1을 통하여 C_1은 방전된다. 이것을 반복하여 발진한다.

(b) R_1을 통하여 C_1을 충전하는 전류의 일부는 R_2를 통하여 C_2를 충전하기 때문에 C_1을 충전하는 시간은 길어진다. C_2가 충전하면 R_2를 흐르는 전류가 거의 없어지고 C_1의 충전시간이 짧아진다. 즉 처음에는 낮은 주파수로 발진하다가 차차 주파수가 높아진다. D_2는 전원 스위치를 OFF로 했을 때 C_2를 방전시키는 역할을 한다. IC의 2핀은 실제 회로에서는 발진회로를 콘트롤하기 위해서 사용되고 있다.

다. 게임 선택 스위치를 ON, 즉 1인용으로 하면 **HD14093BP**의 9핀은 Q_9=「1」일 때 「0」레벨이 되기 때문에 반드시 공을 쳐 돌려 보낸다.

전원 스위치가 조금 달라져 있는데, 그것은 전원 OFF 때 +6V의 전원 라인을 어어드와 단락시키기 위해서이다. 왜 어어드와 전원 라인을 단락시키는가 하면, 클럭 발진회로의 10μF을 방전시켜 전원 스위치를 ON으로 했을 때(게임 개시 때), 10μF의 콘덴서가 충전되어 있지 않은 상태로 하기 위해서이다.

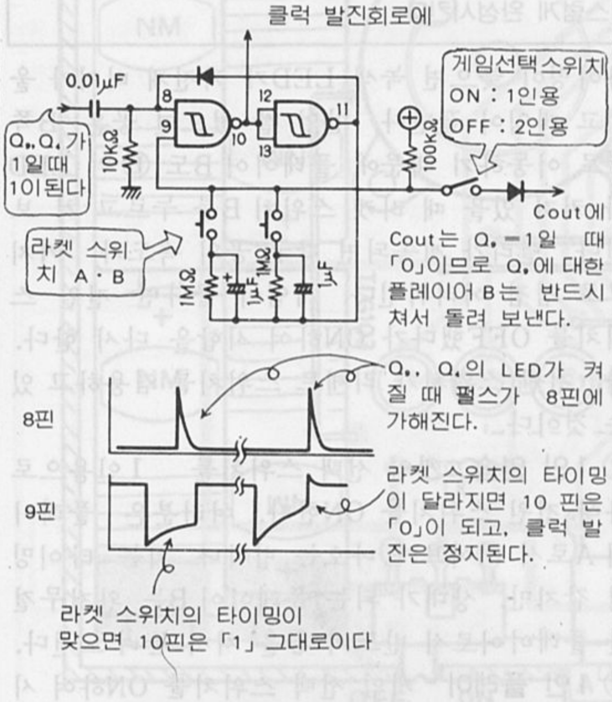
◈ 제작해 보자

패턴도를 감광기판에 노광한다. 노광이 되었으면 에칭하여 0.8㎜의 드릴로 구멍을 뚫고, 플럭스를 칠하여 기판을 완성한다.

기판이 되었으면 조심해서 부품을 붙인다. 부품의 높이는 1㎝ 이하로 한다. 부품의 다리는 구부리지 않고 납땜한다. 그리고 남은 부분은 밑부분에서 잘라 버린다. 부품을 조심스럽게 납땜하지 않으면 카세트 케이스에 들어가지 않는다!

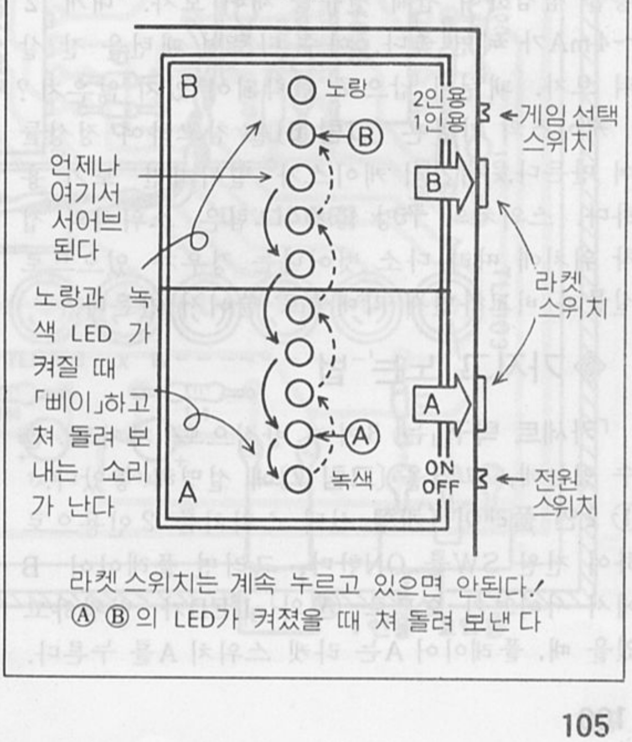
점퍼선은 모두 5개지만 부품과 교차하는 일은 없으므로, 저항 다리의 남은 부분이나 도금선으로 배선하도록 한다.

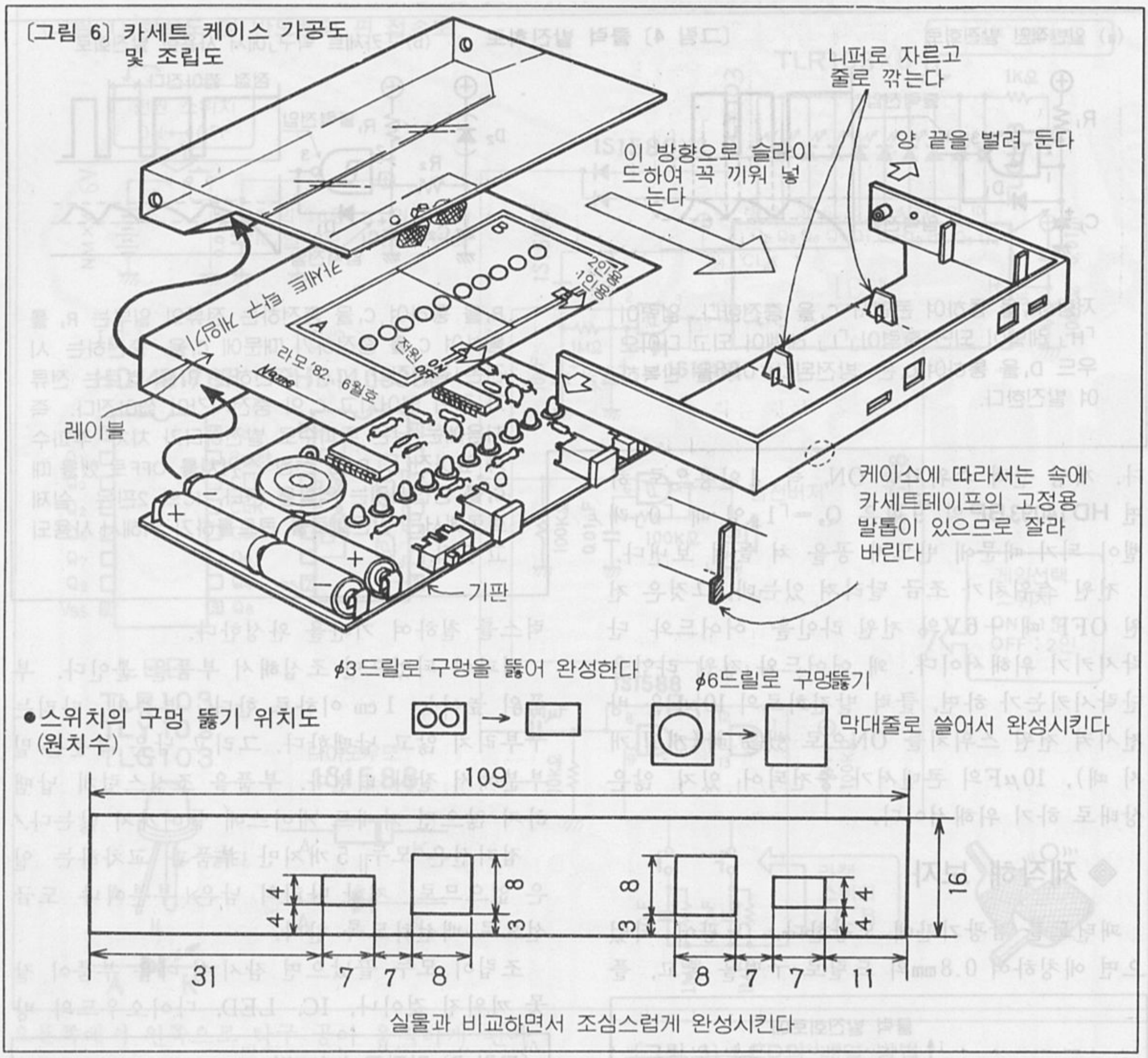
조립이 모두 끝났으면 잠시 쉰 다음 부품이 잘못 끼워진 것이나, IC, LED, 다이오우드의 방



[그림 5] 라켓 스위치와 판단회로

[그림 7] 가지고 노는 법





향을 점검하여 전체 전류를 재어 보자. 대개 2~4 mA가 되면 좋다. 아주 다르면 패턴을 잘 살펴 보자. 패턴이 납으로 단락되어 있지 않은지?

케이스의 가공은 〔그림 6〕을 참고하여 정성들여 만든다. 여기서 케이스가 벌어지면 보기 흉하다. 스위치의 구멍 뚫기 그림은 스위치의 접착 위치에 따라 다소 벗어나는 경우가 있으므로 실물과 비교하면서 막대줄로 쓸어서 만든다.

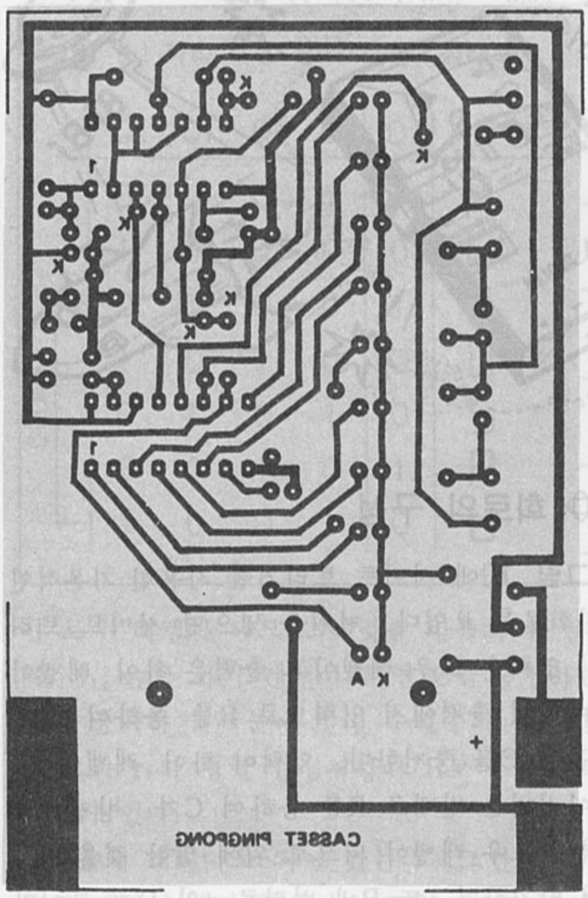
◈ 가지고 노는 법

「카세트 탁구」는 3가지 방식으로 가지고 놀 수 있는데, 그것을 〔그림 7〕에 설명해 놓았다.

① 2인 플레이 게임 선택 스위치를 2인용으로 하여 전원 SW를 ON한다. 그러면 플레이어 B에서 서어브가 오므로 Ⓐ의 LED가 발광하고 있을 때, 플레이어 A는 라켓 스위치 A를 누른다. 타이밍이 늦으면 녹색 LED가 켜진채 버저가 울리고 게임이 끝난다. 만일 잘 쳤으면 공은 B쪽으로 이동하기 때문에 플레이어 B도 Ⓑ의 LED가 켜져 있을 때 라켓 스위치 B를 누르고 쳐 보낸다. 랠리가 계속되면 탁구 공의 속도가 커지므로 점점 어려워진다. 게임이 끝나면 전원 스위치를 OFF했다가 ON하여 시합을 다시 한다. 즉, 전원 스위치가 리세트 스위치를 겸용하고 있는 것이다.

② 1인 연습 게임 선택 스위치를 1인용으로 하여 전원 스위치를 ON한다. 여러분은 플레이어 A로서 서어브가 나오는 법이나 치는 타이밍이 같지만, 상대가 되는 플레이어 B는 완전무결한 플레이어로서 반드시 공을 쳐서 돌려 보낸다.

③ 1인 플레이 게임 선택 스위치를 ON하여 시합을 개시한다. 이 1인 플레이어는 플레이어 A



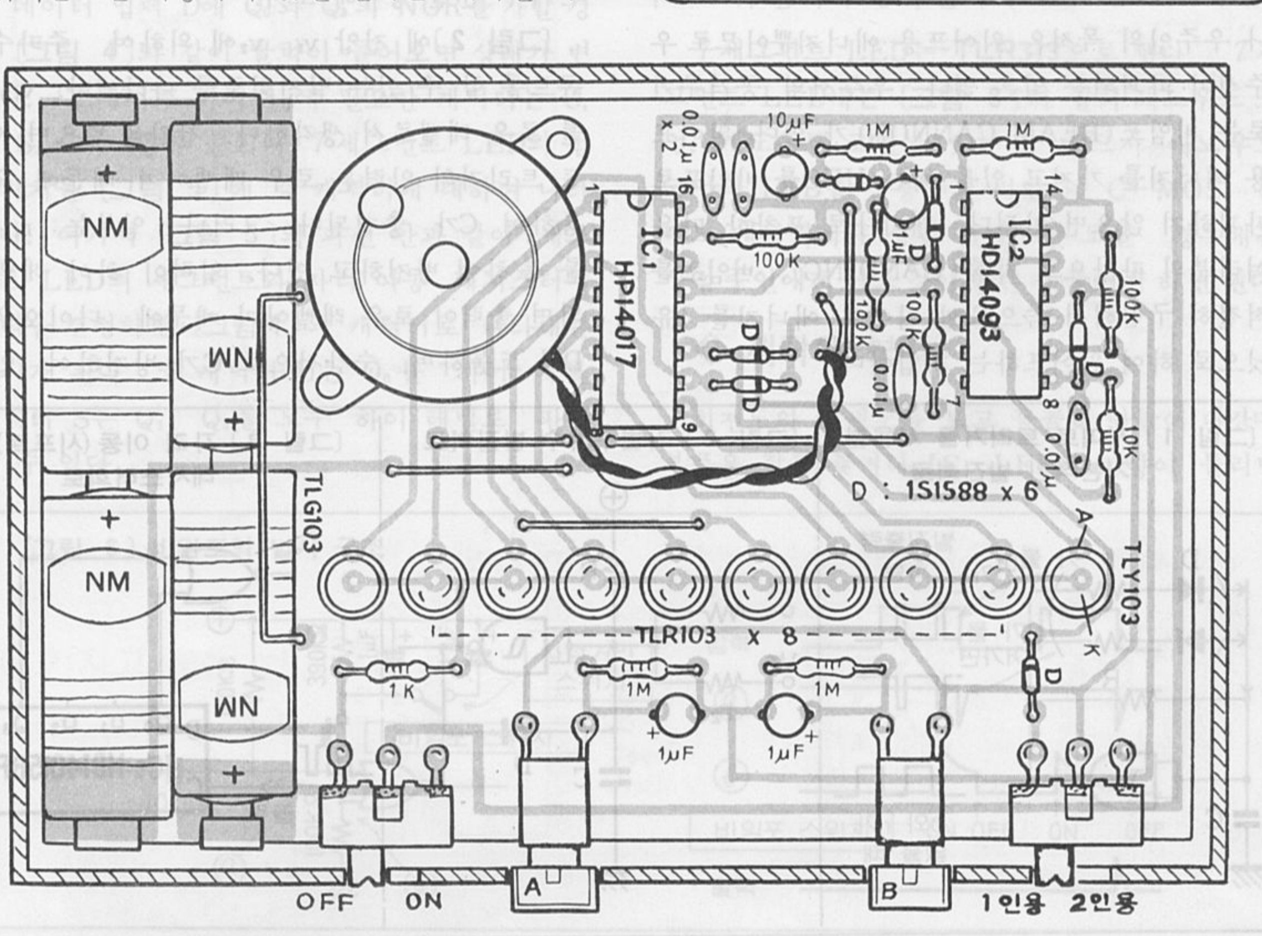
카세트 탁구 게임기의 패턴도

·B가 다 같이 여러분 자신이다. 여러분은 라켓 스위치를 A를 사용하여 몇번 랠리를 계속할 수 있을지?

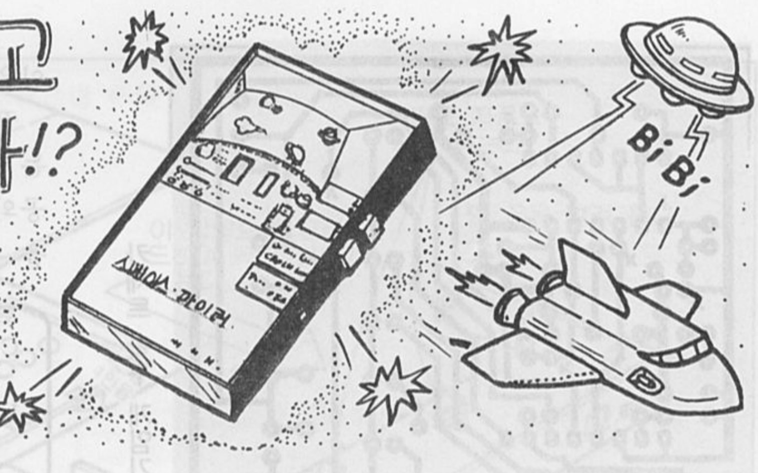
끝으로, HD14093BP의 1핀에 접속되어 있는 1μF을 0.68μF이나 0.47μF으로 하면 탁구공의 속도가 빨라져서 어려워진다. 카세트 라벨을 손수 바꾸면 「카세트 테니스」도 된다.

부 품 표

C-MOS 디지틀 IC
HD14017BP, HD14093BP ······················ 각 1
LED TLR103 ϕ5 둥근형 빨강 ······················ 8
TLY103 ϕ5 둥근형 노랑 ······················ 1
TLG103 ϕ5 둥근형 녹색 ······················ 1
다이오우드 1S1588 (스위칭용) ······················ 6
저항 1/8~1/4W ±5% 오차 P형 카아본
1kΩ, 10kΩ········각 1, 100kΩ, 1MΩ······각 4
콘덴서 (내압은 10V 이상인 것)
0.01μF (세라믹) ······················ 4
1μF (탄탈) ··········3, 10μF (탄탈) ··········· 1
압전 버저 (ϕ24의 케이스 들이) ······················ 1
키이 스위치 ······················ 2
초소형 슬라이드 스위치 3P ······················ 2
동판 또는 인청동판
(전지 접점용 : 5×120×0.5t) ······················ 1
주석도금선
(전지 고정, 점퍼선용 : ϕ0.8×150㎜) ····· 1
프린트 기판 65×100㎜ ····1, NM 건전지 ···· 4
카세트 테이프의 케이스 ······················ 1



UFO의 공격을 받고 워어프할수있는가!?
스페이스 파이러



이번에는 7세그먼트 LED로 캐릭터를 표시하는 독특한 게임기를 만들어 보자.

◈ 어떤 게임인가?

여러분의 우주선은 인류의 최전선에 있는 우주섬에서 우주개발을 하고 있다. 이 우주섬에는 무인 우주정류장이 있으며, 워어프용 에너지를 각각 1유닛 가지고 있다. 여러분의 우주선은 이 우주섬에서 정류장에 4번 착륙하여 워어프 에너지를 4유닛 받아 워어프하는 게임이다.

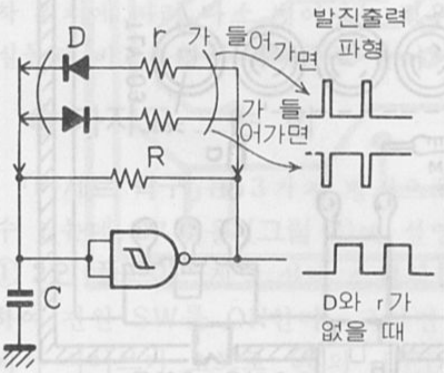
그러나 이 우주에는 이따금 저 악의에 찬 우주인이 UFO를 타고 우주선에 공격해 온다. 그러나 우주인의 목적은 워어프용 에너지뿐이므로 우주선이 파괴되는 일은 없다. 우주선의 공격무기로는 비임포(BEAM CANNON)가 있다. 워어프용 에너지를 가지고 있을 때는 UFO를 비임포로 파괴하지 않으면 안된다. 레이다로 포착한 다음 여러분의 판단으로 착륙(LANDING), 비임포를 적절히 구별해서 씀으로써 워어프 에너지를 4유닛으로 하여 워어프하는 게임이다.

◈ 회로의 구성

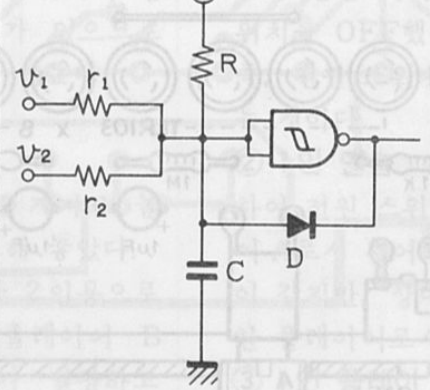
〔그림 1〕에 시미트 트리거를 사용한 기본적인 발진회로를 보였다. 전원을 넣으면 시미트 트리거의 입력은 로우 레벨이고 출력은 하이 레벨이기 때문에 출력에서 입력으로 R를 통하여 전류가 흘러 C를 충전한다. 입력이 하이 레벨이 되면 이번에는 반대로 R를 통하여 C가 방전하고 입력이 로우 레벨이 되므로 위에 말한 것을 반복하여 발진한다. 또 R에 병렬로 r와 D가 들어가면 듀우티비를 바꿀 수 있다. 왜 그림과 같이 되는가? 한번 생각해 보자.

〔그림 2〕에 전압 v_1, v_2에 의하여 주파수를 콘트롤 할 수 있는 발진회로를 나타냈다. v_1, v_2를 로우 레벨로서 생각한다. 전원을 넣으면 시미트 트리거의 입력은 로우 레벨이기 때문에 R를 통하여 C가 충전된다. 그러나 일부는 r_1, r_2를 통하여 방전하고 있다. 입력이 하이 레벨이 되면 출력이 로우 레벨이기 때문에 다이오우드 D가 도통하며, 순간적으로 C가 방전하여 입력

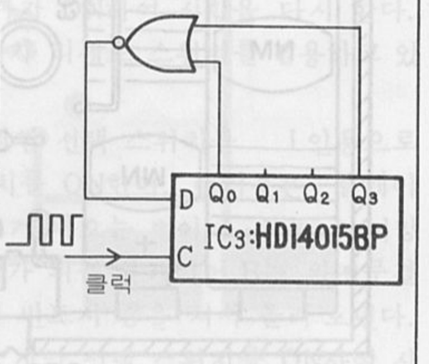
〔그림 1〕 시미트 트리거를 사용한 기본적인 발진회로



〔그림 2〕 가변주파수 발진회로



〔그림 3〕 자리 이동(시프트) 레지스터회로



〔그림 4〕 자리 이동 레지스터의 상태도

	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	D	캐릭터
	0	0	0	0	1	P
	1	0	0	0	0	U
→	0	1	0	0	1	C
반복한다	1	0	1	0	0	U
	0	1	0	1	0	S
	0	0	1	0	1	P
	1	0	0	1	0	U

〔그림 5〕 각 캐릭터에 대한 세그먼트의 점등위치

캐릭터	점등 위치			
U		b, e	c, d	f
P	a, g	b, e		f
S	a, g		c, d	f
C	a, g			f



7세그먼트 LED

a, g 는 Q_0 = L
b, e 는 Q_1 = L
c, d 는 D = L
로 점등
f는 항상 점등

이 로우 레벨이 되므로 이것을 반복하여 발진한다. v_1, v_2가 하이 레벨이 되면 C를 충전하는 전류가 증가하기 때문에 발진 주파수가 올라간다. 또 r_1과 r_2의 병렬 합성저항이 R보다 충분히 클 필요가 있다.

다음에 레이다로 되어 있는 7세그먼트 표시회로에 대하여 생각해 보자. 〔그림 3〕에 보인 것과 같이, 자리 이동 레지스터(시프트 레지스터)의 데이터 입력 D에 Q_0와 Q_3의 NOR를 가할 경우 〔그림 4〕와 같이 클럭이 들어오면 상태가 변한다. 「스페이스 파이터」에 필요한 캐릭터는 U, P, S, C의 4종류 뿐이다. 7세그먼트 LED의 점등위치를 〔그림 5〕에 각 캐릭터에 대하여 나타냈다. 여기서 〔그림 5〕의 파선 안과 같이 7세그먼트 LED의 세그먼트와 자리 이동 레지스터의 출력을 결정하면 〔그림 4〕의 캐릭터로 나타내는 표시가 된다. 또 캐릭터 U는 Q_0를 하이 레벨, 캐릭터 S는 Q_1, Q_3를 모두 하이 레벨로 판단할 수 있다.

비임포 회로는 〔그림 6〕에 보였다. 입력은 캐릭터 U로서 하이 레벨이다. 비임포 스위치의 ON OFF 타이밍이 벗어나면 출력이 나타난다. 사정거리 스위치를 넣으면 콘덴서의 충전시간이 길어지기 때문에 비임포 스위치의 타이밍은 엄밀하지 못하게 된다. 〔그림 7〕에 스페이스파이터의 전체회로를 보였다.

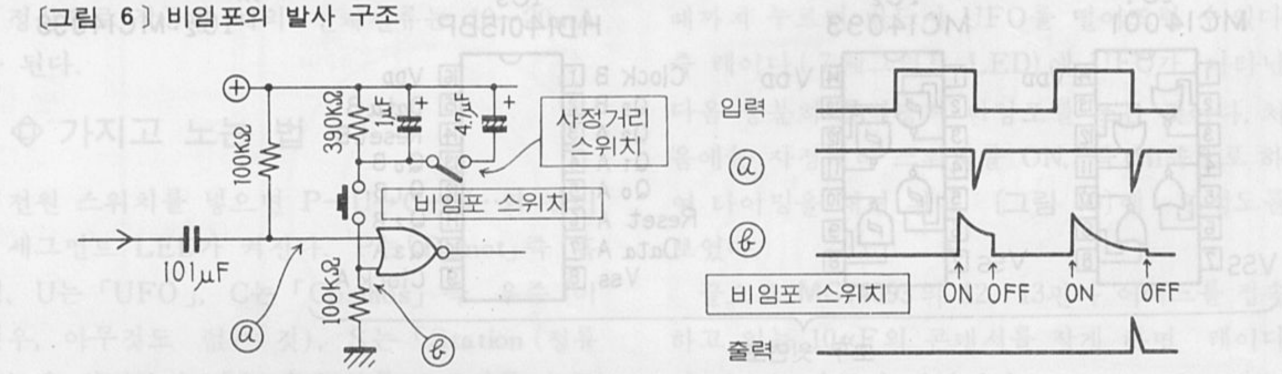
◈ 부품의 설명

7세그먼트 LED는 **TLR313**으로 했다. 7세그먼트 LED에는 〔그림 8〕과 같이 애노우드코먼, 캐도우드 코먼이 있는데, 반드시 애노우드 코먼의 LED를 사용하기 바란다. C-MOS 는 어느 메이커제나 상관 없다. 잘 모를 경우에는 상점 주인에게 어느것이 좋은지 물어서 하면 된다.

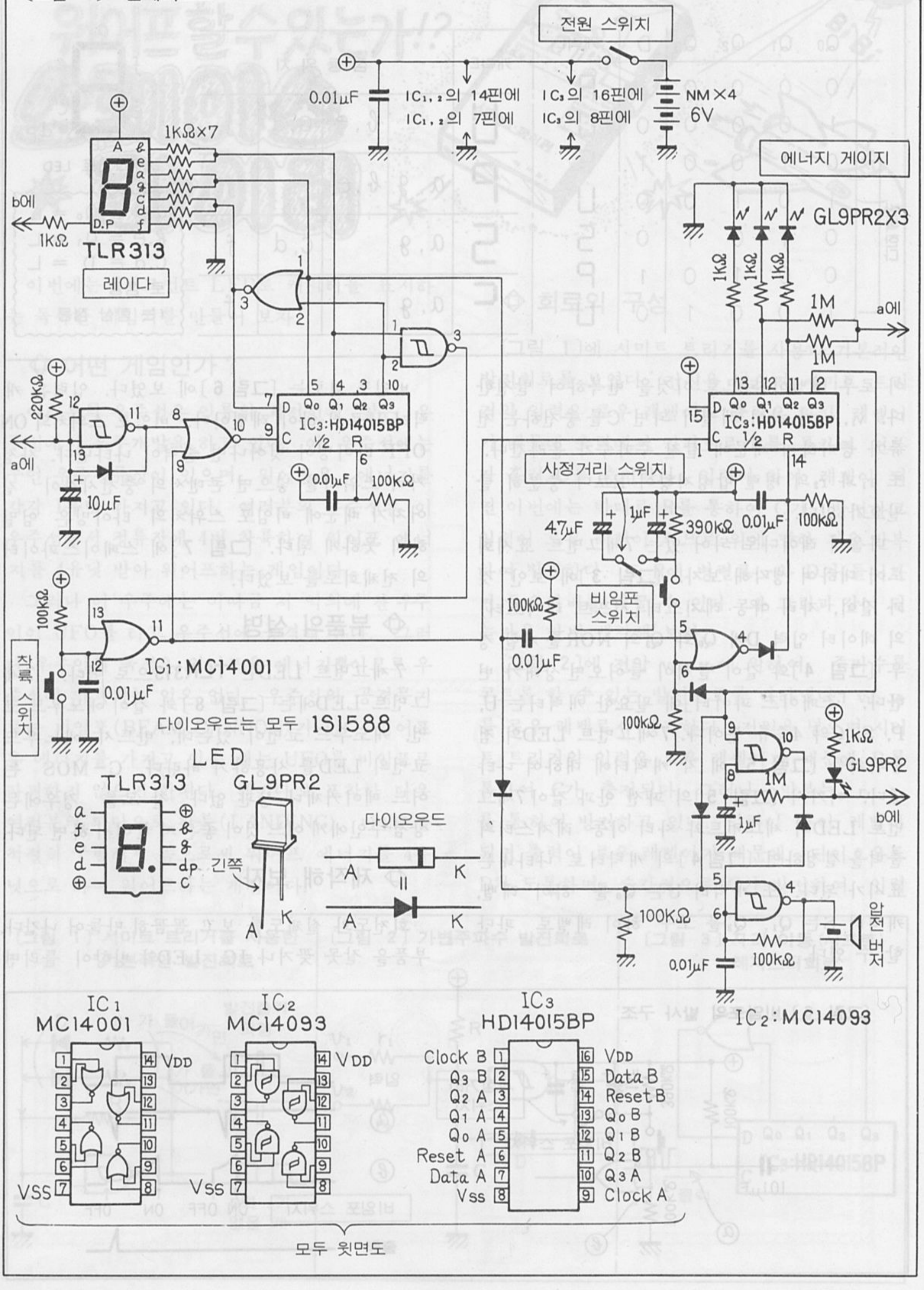
◈ 제작해 보자

회전도와 실체도를 보고 꼼꼼히 만들어 나간다. 부품을 잘못 꽂거나 IC, LED의 방향이 틀리면

〔그림 6〕 비임포의 발사 구조

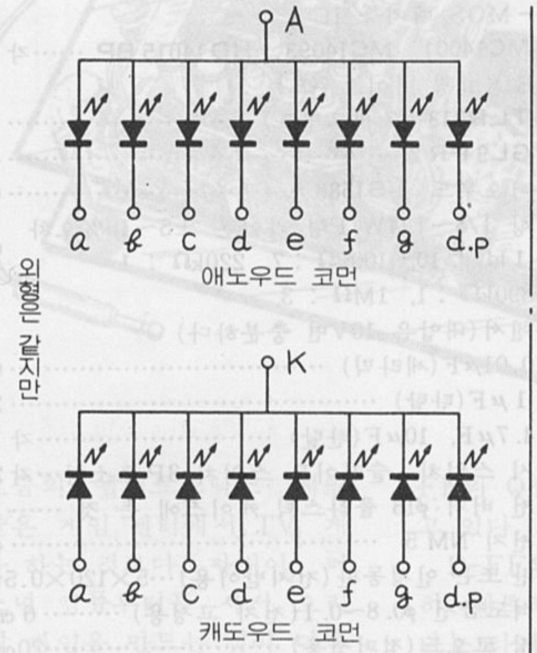


〔그림 7〕 전체회로도



전원 스위치
NM×4
6V
0.01μF
IC1, 2의 14핀에
IC1, 2의 7핀에
IC3의 16핀에
IC3의 8핀에
1KΩ×7
b에
1KΩ
TLR313
레이다
D.P
에너지 게이지
GL9PR2×3
1KΩ
1M
a에
220KΩ
a에
10μF
IC3:HD14015BP
0.01μF
100KΩ
사정거리 스위치
4.7μF
1μF
390KΩ
비임포 스위치
100KΩ
0.01μF
착륙 스위치
IC1:MC14001
0.01μF
다이오우드는 모두 1S1588
LED
TLR313
GL9PR2
긴쪽
다이오우드
GL9PR2
b에
1M
1μF
100KΩ
압전 버저
100KΩ
0.01μF
IC2:MC14093
IC1
MC14001
IC2
MC14093
IC3
HD14015BP
VDD
VSS
Vss
Clock B
Q3 B
Q2 A
Q1 A
Q0 A
Reset A
Data A
Vss
VDD
Data B
Reset B
Q0 B
Q1 B
Q2 B
Q3 A
Clock A
모두 윗면도

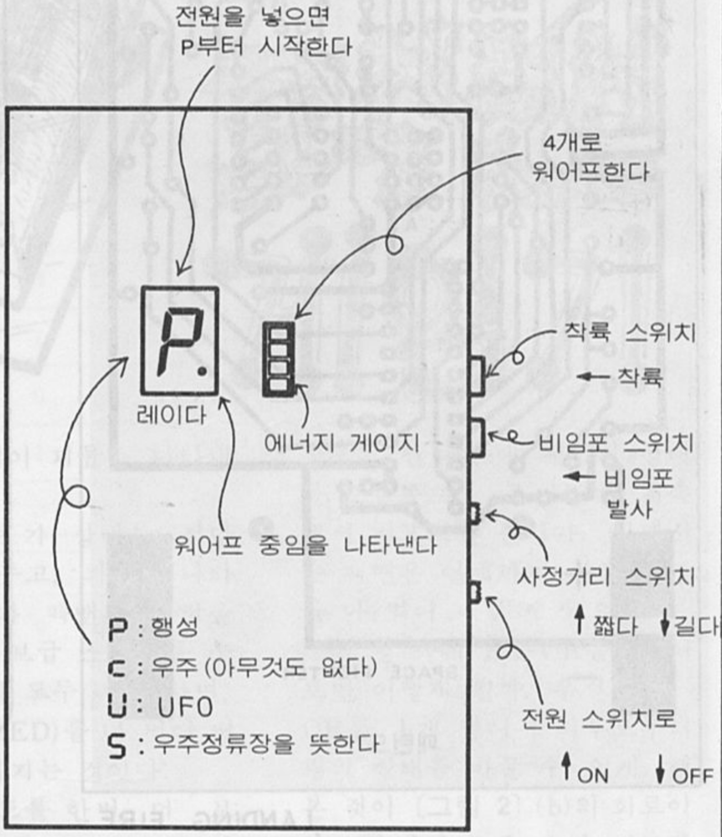
〔그림 8〕 애노우드 코먼과 캐도우드 코먼



〔그림 9〕 GL 9 PR 2의 가공도



〔그림 10〕 완성도



고치기가 쉽지 않으므로 주의해서 만들기 바란다.

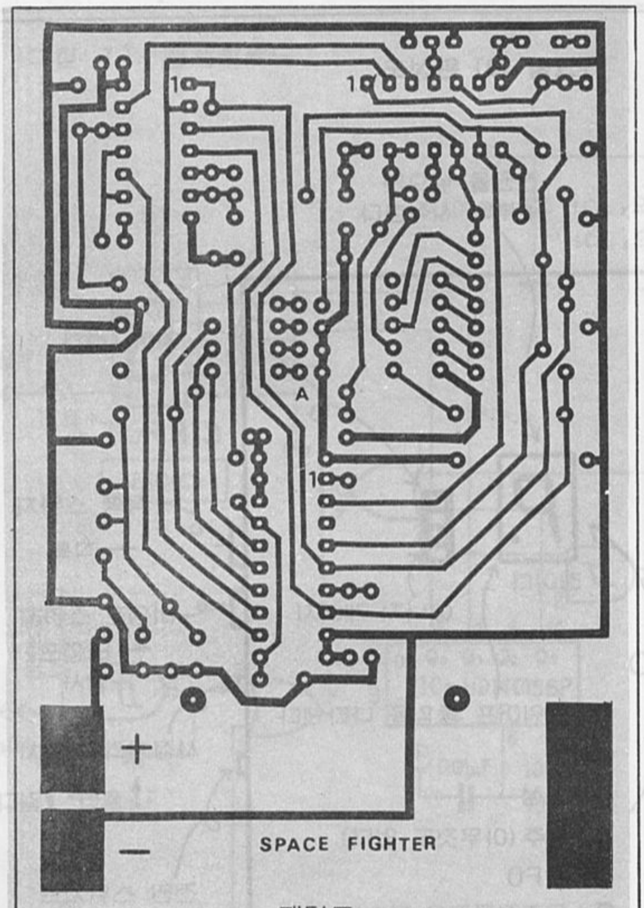
LED **GL9PR2**는 패턴에 이대로 들어가지 않으므로 〔그림 9〕와 같이 가공한다. 압전 버저는 양면 테이프로 기판에 고정시킨다. 점퍼선은 9개 있으므로 제작이 끝난 후 반드시 세어 보고 9개를 확인한다.

정상으로 작동할 때의 전체전류는 10~20mA가 된다.

◈ 가지고 노는 법

전원 스위치를 넣으면 P→U→C→U…와 같이 7 세그먼트 LED가 켜진다. P는「Planet」즉 혹성, U는「UFO」, C는「Cosmos」즉 우주(이 경우, 아무것도 없는 것), S는「Station (정류장)」을 의미한다.「S」에서 착륙 스위치를 누르면 에너지 게이지가 하나 증가하고, 비임포 스위치를 눌러「U」를 벗어나면 에너지 게이지는 없어지며, 닿으면 에너지 게이지가 변하지 않는다. 차례로 UFO를 쏘아 떨어뜨리고 우주정류장에 착륙해 가서 에너지 게이지가 4개 켜지면 워어프하여 게임 세트가 된다. 비임포 스위치는「U」가 다음 캐릭터로 바뀌기 직전에 눌러「U」가 바뀔 때까지 누르면 반드시 UFO를 떨어뜨릴 수 있다. 즉 레이다(7 세그먼트 LED)에 UFO가 나타난 다음 충분히 끌어당겨 비임포를 쏘는 것이다. 처음에는 사정거리 스위치를 ON, 즉 Hi쪽으로 하여 타이밍을 재면 된다. 〔그림 10〕에 완성도를 보였다.

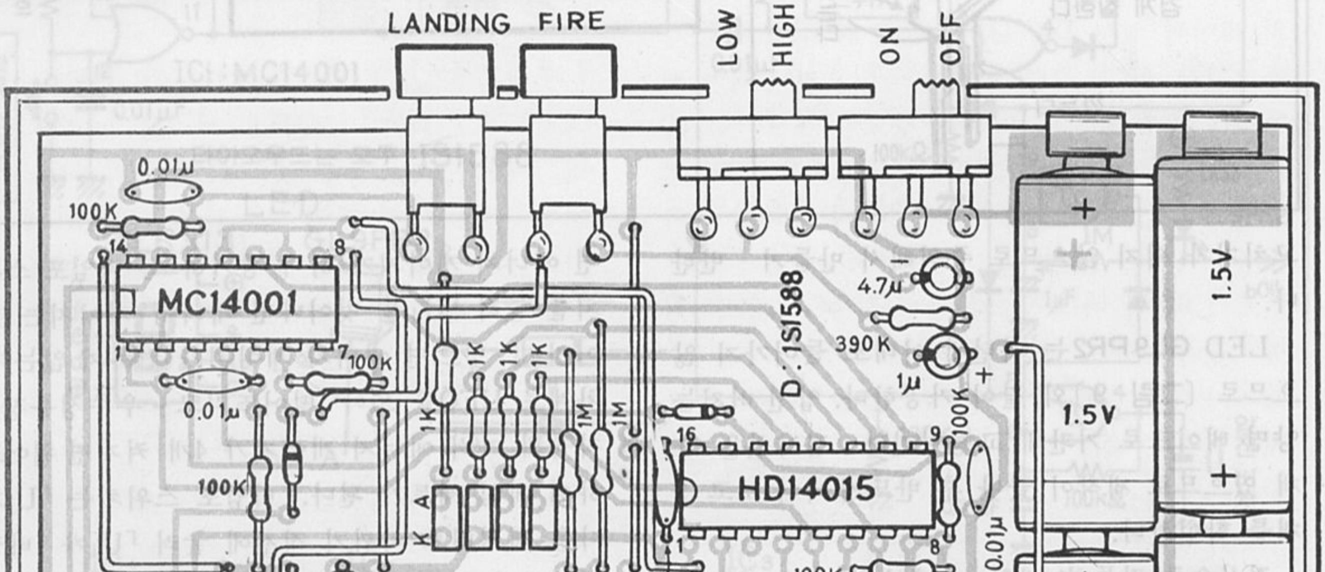
끝으로 **MC14093**의 12, 13핀과 어어드를 접속하고 있는 10μF의 콘덴서를 작게 하면 레이다에 나오는 속도가 빨라진다.

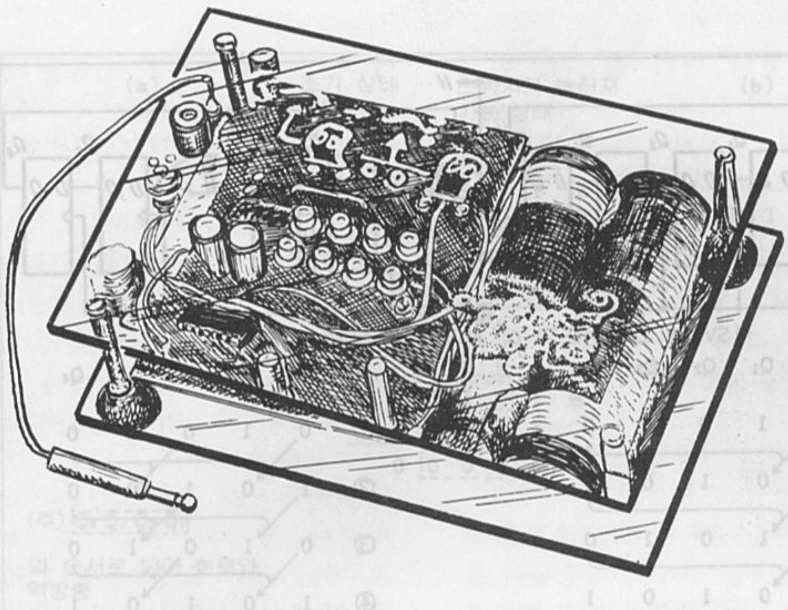


패턴도

부 품 표

C−MOS 디지틀 IC
 MC14001, MC14093, HD14015 BP ……각 1
LED(발광 다이오우드)
 TLR313 (7 세그먼트) ……………………… 1
 GL9PR2 ……………………………………… 4
다이오우드 1S1588 ……………………………… 6
저항 1/8~1/4W P형 카아본 ±5~10%오차
 1kΩ : 10, 100kΩ : 7, 220kΩ : 1
 390kΩ : 1, 1MΩ : 3
콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
 0.01μF(세라믹) ……………………………… 6
 1μF(탄탈) …………………………………… 2
 4.7μF, 10μF(탄탈) …………………………각 1
푸시 스위치, 슬라이드 스위치 3P 초소형…각 2
압전 버저 ϕ18 플라스틱 케이스에 든 것 ……1
건전지 NM5 ………………………………………4
동판 또는 인청동판(전지받이용)…5×120×0.5t
주석도금선 ϕ0.8~0.1(전지 고정용) ……… 6㎝
단심 코오드(점퍼선용) ……………………… 20㎝
프린트 기판, 카세트 케이스 ………………각 1





신출귀몰하는 2괴물! 팩맨 게임기

요즘의 엘렉트로닉스 게임 팬들은 게임 센터에서 TV 게임을 하는 것보다, 자신이 퍼어스널 컴퓨우터를 사서 오리지널 게임을 만드는 것이 더욱 재미있고, 공부도 된다고 한다.

그러나 퍼어스널 컴퓨우터는 탁상전자계산기 같이 싸지 않고, 납땜인두를 쓰는 즐거움도 별로 없다…고 생각하는 독자에게 「팩맨 게임」을 소개한다.

게임 센터의 팩맨 만큼 멋진 작동은 하지 않지만, 신출귀몰하는 괴물을 상대로 「딸기」를 먹으면서 돌아다니는 팩맨을 7개의 LED로 만들어 보았다.

회로는 TTL 4개로 간단히 만들 수 있다. 매우 간단한 회로지만 이기기 위한 패턴은 패복잡하기 때문에 처음에는 좀처럼 이길 수 없다. 괴물은 하나뿐일 때와 둘이 나올 때가 있어 두 가지로 전환할 수 있다.

그럼 곧 원리부터 설명해 보자.

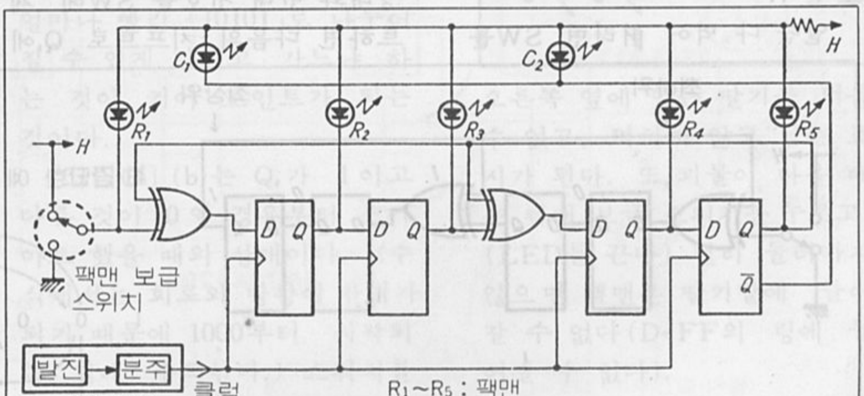
◘ 원 리

[그림 1]이 그 원리도이다. D-플립플롭(이하 D-FF라고 여 쓴다) 4개와 EX-OR(클루우시브 오어) 2개로 구성되어 있는데, 각 D-FF의 Q출력과 팩맨 보급 스위치가 팩맨을 나타내고, 오른쪽 끝 D-FF의 Q출력이 괴물을 나타내고 있다.

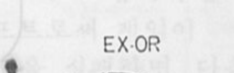
D-FF의 초기 상태를 적당히 세트해 두고, 괴물이 나타나는 타이밍과 팩맨의 동작을 보면서 팩맨 보급 스위치를 누른다. 팩맨이 모두 점등하면, 딸기(빨간 LED)를 다 먹어 버린 팩맨이 이기는 것이다.

그럼 원리도를 한번 더 보자. EX-OR가 없고, D-FF가 링 모양으로 연결되기만 한 회로이면 어떻게 될까? ([그림2] 참조). 맨 처음에 세트된 상태를 오른쪽으로 1비트씩 계속해서 시프트할 뿐이다. 이래서는 팩맨은 언제까지 가도 딸기를 다 먹어 버릴 수가 없다.

이 링 속에 EX-OR를 넣어 보면 어떻게 될까. 우선 EX-OR를 1개 넣어서 외부로부터 링의 상태를 바꿀 수 있게 해 본 것이 [그림 2] (b)의 회로이다. ①에서 Q_1을 1에 세트하여 시프트를 시작한다. ②에서 SW를 1로 했기 때문에 먹히

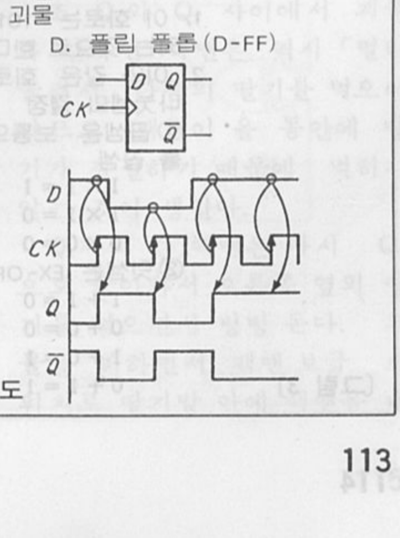


EX-OR



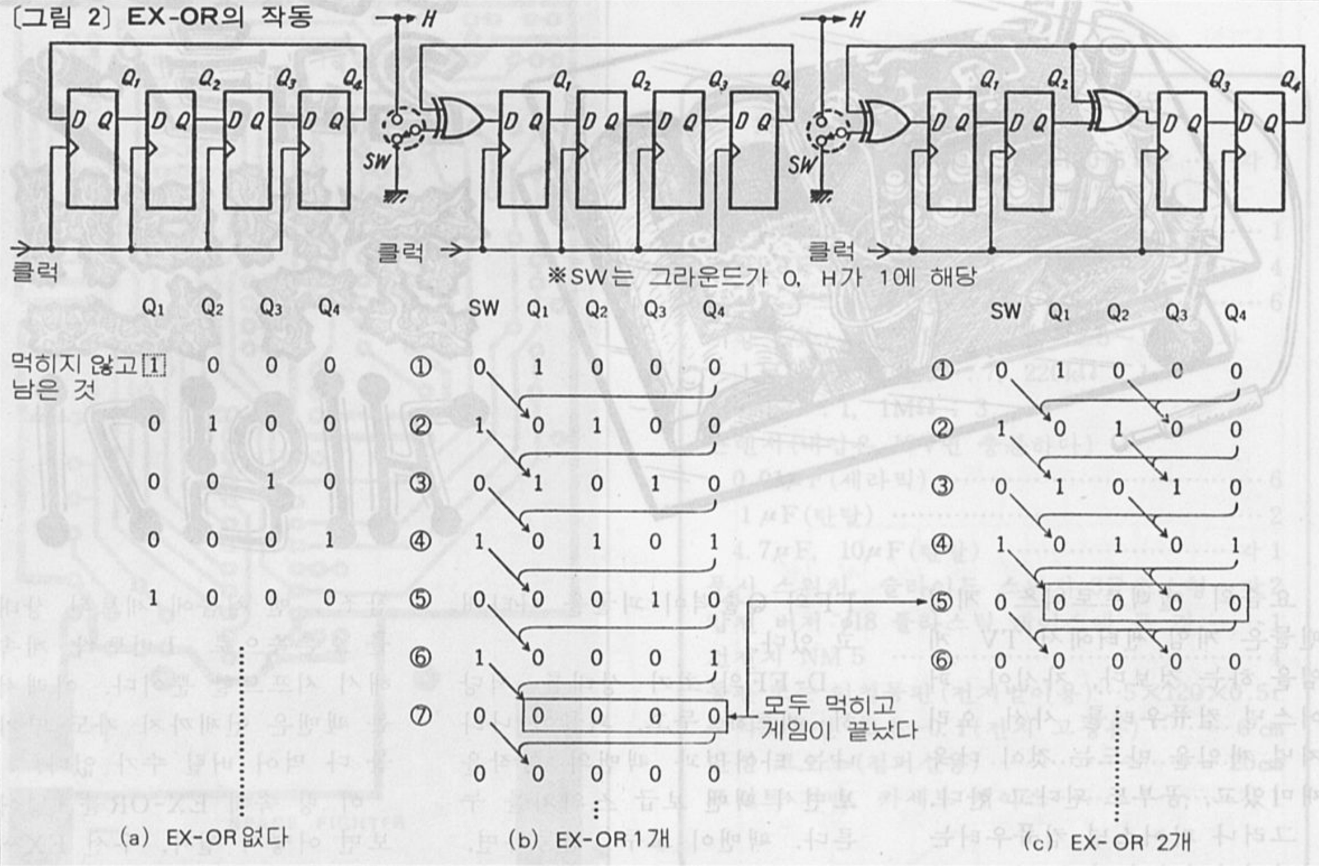
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

D. 플립 플롭(D-FF)



[그림 1] 원리도

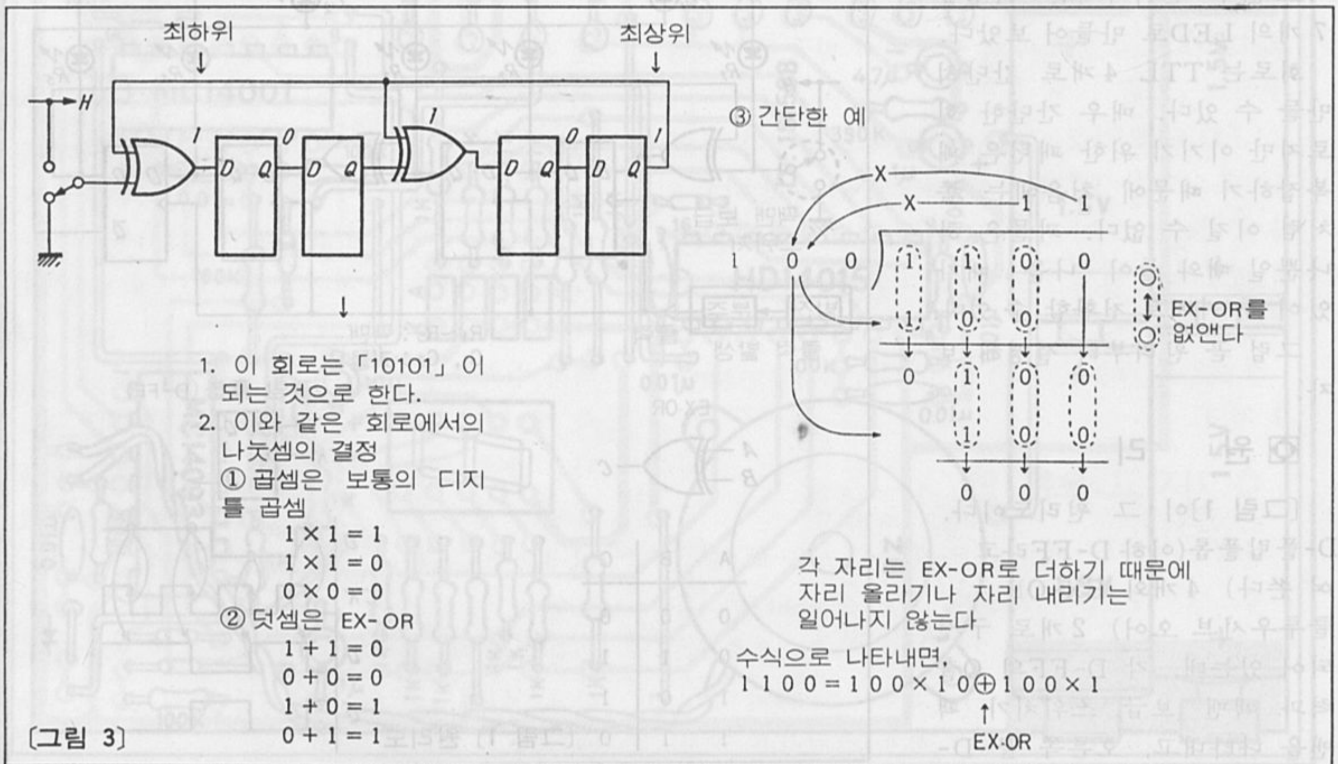
[그림 2] EX-OR의 작동



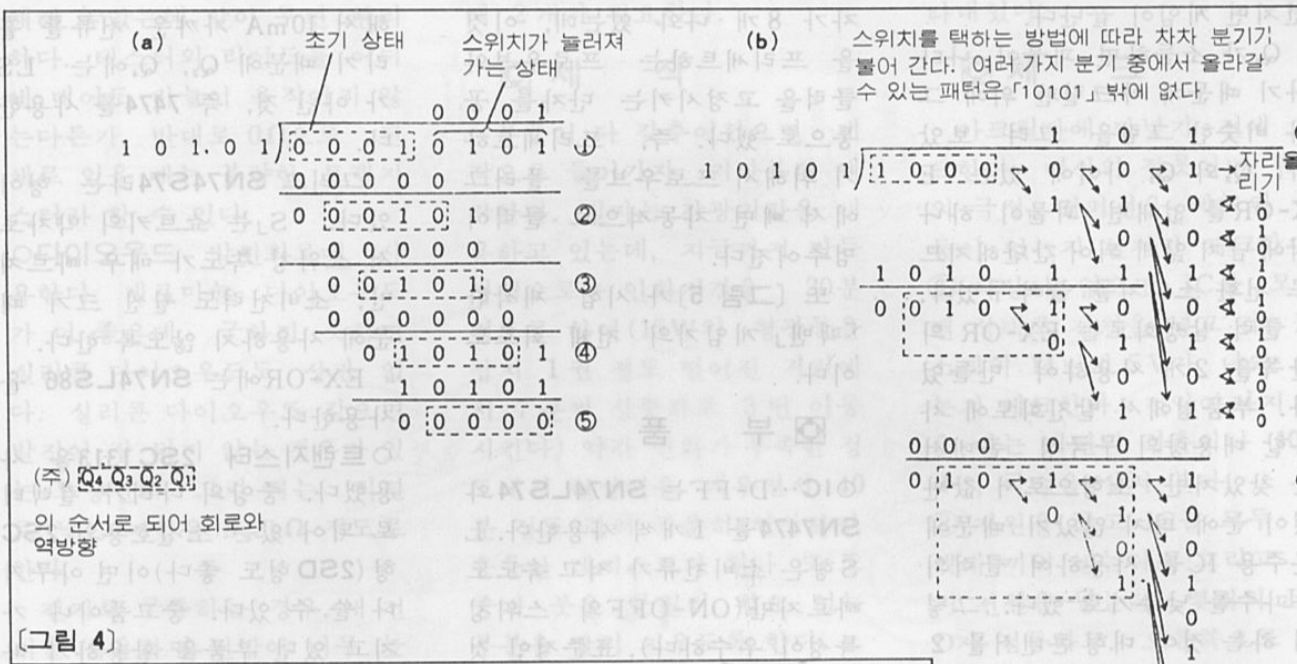
지 않은 것이 붙어나 버렸다. ④와 ⑥에서 또 SW를 1로 하면 먹히지 않고 있는 것끼리 서로 상쇄하여 ⑦에서 딸기를 다 먹어 버릴 수 있고 게임이 끝난다.

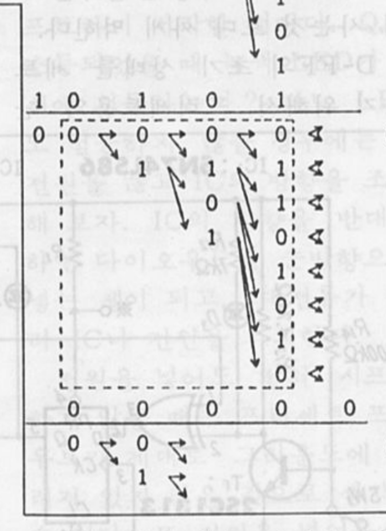
일단 다 먹어 버리면 SW를 0으로 해 두는 한, D-FF가 계속 시프트해도 0이 계속되기 때문에 외견상 시프트가 그쳐진 것처럼 보인다.

[그림 2] (b)의 경우, Q_1의 상태와 반대 신호를 SW에 세트하면 다음의 시프트로 Q_1에 1이 서고, 반대로 Q_1과 같은 상태를 세트하면 다음의 시프트로 Q_1에 0이 서는 것은 알 수 있을 것이다. 이렇게 생각하면 딸기를 다 먹어 버리는 가장 빠른 길은 ①~③까지 SW를 0으로 해 두고, ④에서 S



[그림 3]





〔그림 4〕

W를 1로 하면 ⑤에서 Q_1~Q_4가 0이 되는 것을 알 수 있을 것이다.

다음에 〔그림 2〕(c)와 같이 EX-OR 2개를 링 속에 넣으면 훨씬 더 어렵게 된다. Q_4에서 Q_3로 시프트할 때 Q_4의 상태에 따라 Q_3가 영향을 받기 때문에 그것을 고려하면서 SW를 세트하지 않으면, 언제까지가도 딸기를 다 먹어 버릴 수 없다.

그럼, 어떻게 하면 이길 수 있는가에 대하여 간단한 수식으로 설명한다. 〔그림 2〕(b), (c)는 일종의 디지를 나눗셈 회로로 되어 있는 것이다. SW에서 들어오는 신호를 D-FF와 EX-OR로 결정되는 수식으로 나누고, 그 나눈 나머지가 Q_1~Q_4에 표시되게 되어 있다. 〔그림 3〕을 보자.

Q_4를 최상위 비트로 하고 스위치를 최하위 비트로 하여〔그림 2〕(c)의 회로를「10101」이라고 표현하기로 하자. 최상위 비트를 반드시 1로 하고, EX-OR가 들어 있는 곳을 1로 하여 최상위 비트부터 차례로 나열하는 것이라고 생각하기 바란다. 〔그림 2〕(b)는「10001」이 된다.

그럼, 이「10101」로 스위치에서 입력되는 신호를 나누어 본다. 〔그림 4〕(a)를 보자. 점선으로 에워싸인 안이 Q_1~Q_4의 D-FF 상태를 나타내고 있다. 〔그림 2〕(c)의 Q_1~Q_4를 반대 방향으로 하고, 점선 내의 상태와 비교해 보면 똑 같다는 것을 알 수 있을 것이다. 즉, 이 게임에서는 D-FF의 초기 상태를 스위치의 조작으로, 얼마나 빨리「10101」로 나누어질 수 있게 가지고 가느냐 하는 것이 키이 포인트가 되는 것이다.

〔그림 4〕(b)는 Q_4가 1이고 다른 것이 0일 경우부터 스타아트 했을 때의 상태이다. (수식에서는 회로와 방향이 반대가 되기 때문에 1000부터 시작되는 점에 주의한다.) 스위치를 0→0→1로 입력하면 단 3번의 시프트로써 게임이 끝나지만, 이것을 실패하면 다음 기회가 올 때까지 절대로 올라갈 수가 없다.

단 2개의 EX-OR를 붙이는 것만으로 링이 복잡한 작동을 한다는 것을 알게 되었을 것이다.

실제의 회로에서는 녹색 괴물의 LED가 점등하면 팩맨이 오른쪽 옆에 있는 딸기를 먹을 수 없고, 먹히지 않고 남는 표시가 된다. 또 괴물이 나올 때는 팩맨 보급 스위치를 누르고, (LED를 끈다) 멀리 둘러가지 않으면 팩맨은 딸기밭에 들어갈 수 없다(D-FF의 링에 들어갈 수 없다).

또 Q_2와 Q_3 사이에서 괴물과 만나면 팩맨은 역시「멀리 둘러서」다음의 딸기를 먹으러 가므로, 팩맨이 올 동안에 딸기가 결실하기 때문에 먹히지 않는 것이 생긴다.

Q_4까지 간 팩맨은 다시 Q_1으로 돌아와서 오른쪽 옆의 딸기를 먹으면서 빙빙 돈다. 괴물을 피하면서 팩맨 보급 스위치로 딸기밭 안에 팩맨을 내

던지면 게임이 끝난다.

Q_4가 소등하면 괴물이 나타나기 때문에 아크릴판 위에 그와 비슷한 그림을 그려 보았다. Q_2와 Q_3 사이에 있는 EX-OR를 없애면 괴물이 하나밖에 남지 않게 되어 간단해지므로 전환 스위치를 붙여 두었다.

클럭 발생회로는 EX-OR 의 한쪽을 2개 사용하여 만들었다. 부품점에서 발진회로에 사용할 대용량의 무극성 콘덴서를 찾았지만, 소형으로서 값싼 것이 눈에 띄지 않았기 때문에 분주용 IC를 사용하여 클럭의 주파수를 낮추기로 했다. 그렇게 하는 것이 대형 콘덴서를 2개 사는것 보다 싸게 먹힌다.

D-FF의 초기 상태를 세트하기 위해서 프리세트용의 단자가 8개 나와 있는데, 이것을 프리세트하는 프로우브와 클럭을 고정시키는 단자를 공통으로 했다. 즉, 프리세트하기 위해서 프로우브를 플러그에서 빼면 자동적으로 클럭이 멈추어진다.

또 〔그림 5〕가 시험 제작한 「팩맨」 게임기의 전체 회로도이다.

◈ 부 품

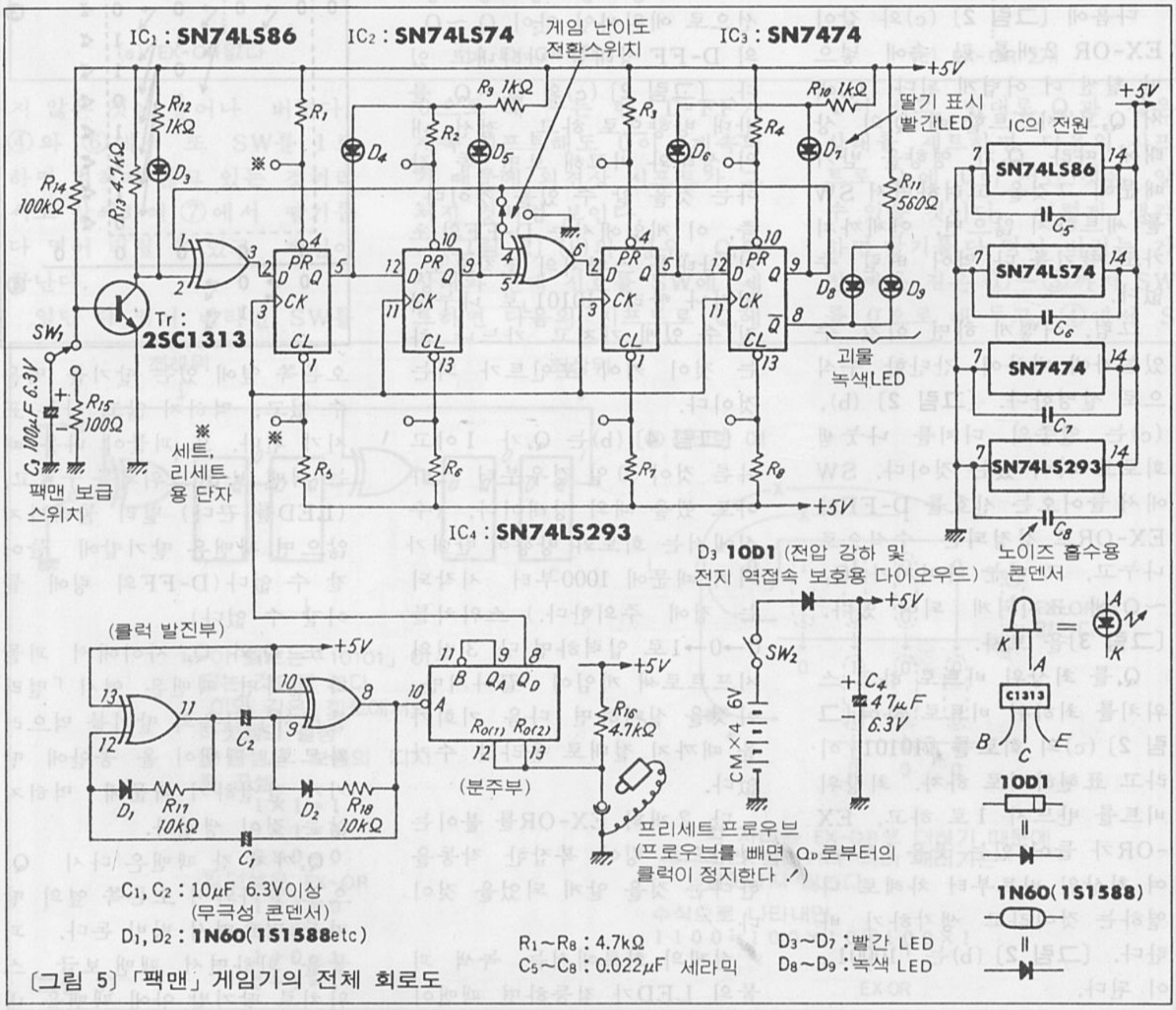
○IC…D-FF는 **SN74LS74**와 **SN7474**를 1개씩 사용한다. LS형은 소비전류가 적고 속도도 빠르지만(ON-OFF의 스위칭 특성이 우수하다), 표준적인 것에 비하여 출력에 유입시킬 수 있는 전류의 양이 반이다. 녹색 LED를 밝게 점등시키기 위해서 10mA 가까운 전류를 흘리기 때문에 Q_3, Q_4에는 LS가 아닌 것, 즉 **7474**를 사용한다.

그리고 **SN74S74**라는 형이 있다. 「S」는 쇼트키의 약자로서 스위칭 속도가 매우 빠르지만, 소비전력도 훨씬 크기 때문에 사용하지 않도록 한다.

EX-OR에는 **SN74LS86**을 사용한다.

○트랜지스터 **2SC1313**을 사용했다. 중앙의 다리가 컬렉터로 되어 있는 소신호용의 **2SC**형(**2SD**형도 좋다)이면 아무거나 쓸 수 있다. 중고품이나 가지고 있던 부품을 활용하기 바란다.

여기서 잠깐만! 〔그림 6〕에 트랜지스터의 체크 방법을 도



〔그림 5〕「팩맨」 게임기의 전체 회로도

해해 놓았는데 알아 두면 편리하다. 테스터의 리이드를 어디에 대어도 바늘이 움직이지 않는다든가, 반대로 0Ω으로 된 채로 있을 때는 불량한 트랜지스터라 할 수 있다.

○다이오우드 발진회로에 사용한다. 게르마늄 다이오우드가 더 좋은데, 구하지 못하면 실리콘 다이오우드도 상관 없다. 실리콘 다이오우드 같으면 발진이 잘 되지 않는 경우가 있는 모양인데, 그럴 때는 직렬로 넣는 저항을 8.2kΩ 정도로 한다.

전지로 구동하는 경우, 새 전지를 사용하면 전압이 너무 높아 잘못 작동하는 수가 있으므로, 직렬로 10D1을 1개 넣도록 한다. 전지의 극성을 반대로 접속해 버렸을 경우의 보호도 된다.

○기 타 스위치는 1회로 2접점의 소형 토글 스위치와 푸시풀 스위치를 1개씩 사용한다. 또 프리세트용의 프로우브로서 바나나 핀잭을 1조 사용한다. 괴물의 스위치류는 나사를 이용하여 뭔가를 절감한다.

기판은 감광기판을 사용했다. 또 LED는 빨강 5개, 녹색 2개가 필요하다.

◎ 제 작

부품이 다 갖추어졌으면 제작으로 들어가자. 기판부터 제작한다. 필자는 감광기판을 애용하고 있는데, 지금까지 만든 경험으로는 인화시간을 20분 정도로 하여(15W의 형광등을 잡지 1권 정도 떨어진 거리에서 7분씩 상중하로 3번 이동시킨다) 약간 인화가 부족한 정도에서 현상액을 데우면서 40분 정도 걸려 차분히 현상하면 훌륭한 레지스트가 된다. 또 도중에 붓을 문질러 필요 없는 부분을 빨리 지우도록 한다.

깨끗이 레지스트가 되었으면 약간 희미한 듯한 곳을 레트라라인으로 수정하고 에칭으로 들어간다.

패턴이 만들어졌으면 이웃끼리 서로 붙어 있을 듯한 곳을 커터로 잘라 두는 것을 잊지 않아야 한다.

지금까지도 여러번 말했지만 기판의 구멍 뚫기는 모우터에 붙여 쓸 수 있는 전기 드릴용 척을 사용하면 빨리 깨끗하게 구멍을 뚫을 수 있다.

이러한 것을 〔그림 7〕에 나타내었다.

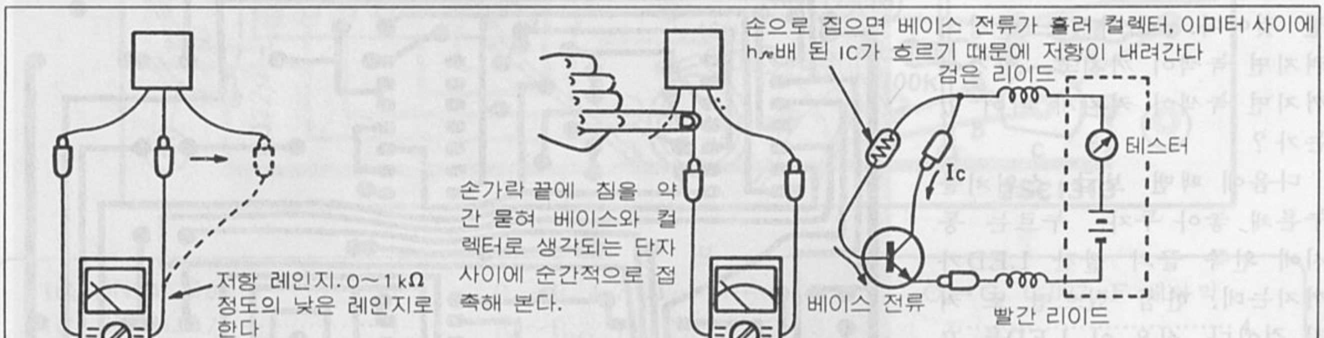
◎ 체 크

아크릴판에 짜넣기 전에 체크한다. 배선의 잘못이나 부품의 극성, 점퍼선을 빠뜨린 것 등이 없는지 철저히 체크한다.

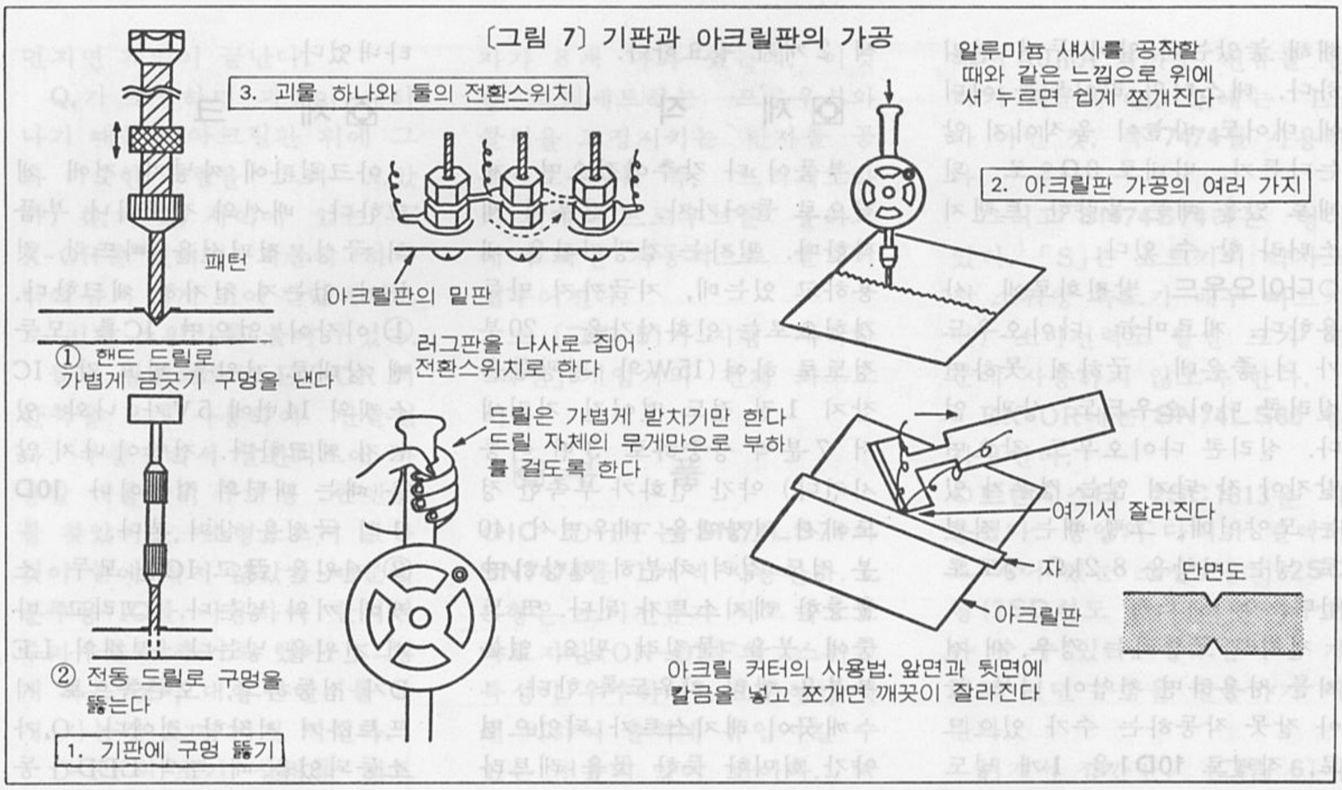
① 이상이 없으면 IC를 모두 뺀 상태로 전원을 넣고 각 IC 소켓의 14번에 5V가 나와 있는지 체크한다. 전압이 나지 않을 때는 패턴의 접촉이나 10D1의 극성을 살펴 본다.

② 전원을 끊고 IC를 모두 소켓에 끼워 넣는다. 그리고 다시 전원을 넣는다. 몇개의 LED가 점등하고, 오른쪽으로 시프트하기 시작할 것이다. Q_4가 소등되었을 때 녹색 LED가 동시에 점등하는가? 어느 LED도 점등하지 않을 경우에는 곧 전원을 끊고 IC의 방향을 조사해 보자. IC의 방향을 반대로 하면 다이오우드를 순방향으로 넣는 셈이 되고, 대전류가 흘러 IC나 전원을 파괴한다.

전원을 넣어도 전혀 시프트하지 않을 때는 프리세트 프로우브가 제대로 그라운드에 내려져 있지 않은 것으로 생각할 수 있다. 또 전원을 넣었을 때



〔그림 6〕 트랜지스터의 간이 체크법



〔그림 7〕 기판과 아크릴판의 가공

처음에 LED가 깜박깜박 하다가 움직이지 않게 되는 것은 발진회로의 불량이므로 회로를 체크하는 동시에, 다이오우드와 직렬로 들어 있는 저항을 8.2 kΩ 정도로 변경해 본다.

③ 프리세트 프로우브를 책에서 빼면 시프트 작동이 정지될 것이다. 이 프로우브 D-FF의 프리세트 단자에 접촉하면 빨간 LED가 꺼지고, 클리어 단자에 접촉하면 빨간 LED가 켜질 것이다. Q_4에서는 빨강이 켜지면 녹색이 꺼지고, 빨강이 꺼지면 녹색이 켜지게 되어 있는가?

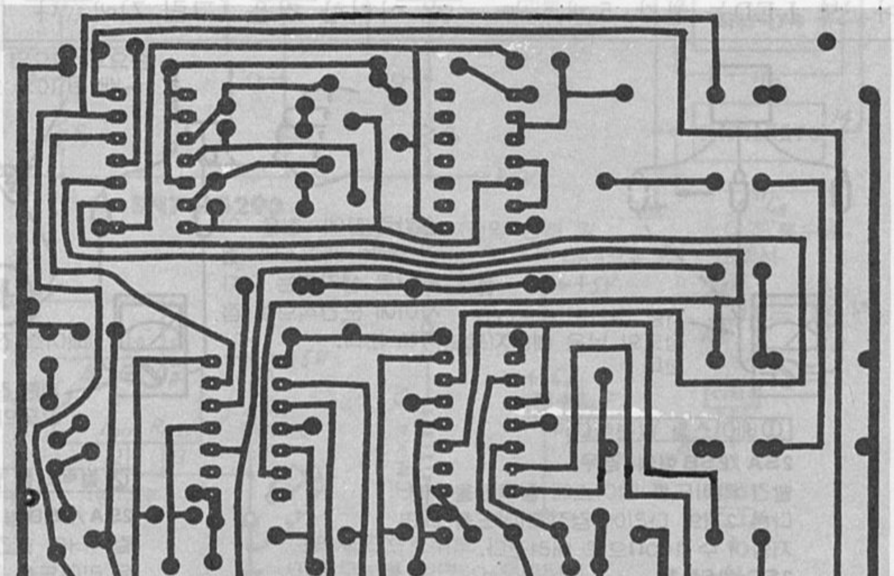
다음에 팩맨 보급 스위치를 누른채 놓아 두자. 누르는 동시에 왼쪽 끝의 빨간 LED가 꺼지는데, 한참 있으면 또 켜질 것이다. 실은 이 LED를 끈채 놓아 두면 아무것도 하지 않아도 게임이 끝나 버리는 패턴이 있기 때문에 그것을 방지하기 위해서 타이머회로를 붙여 놓은 것이다. 100 μF의 양 끝을 단락시키면 타이머 작동이 정지되므로 어떤 패턴인지 발견해 내는 것도 재미있을것이다.

◎ 가지고 노는 법

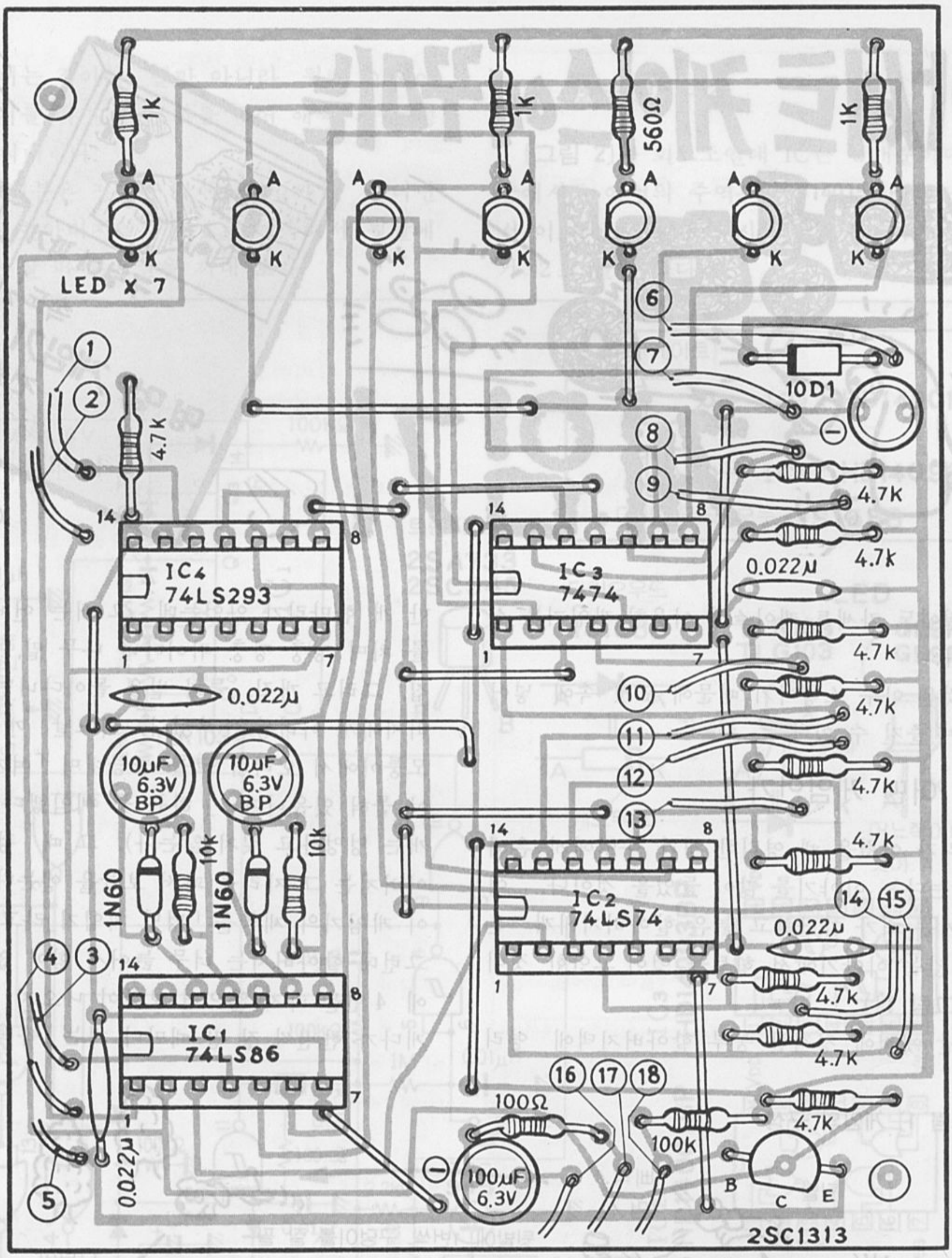
원리의 설명을 한번 더 읽어 보고 버튼을 눌러 보자. 괴물 하나를 마스터했으면(이것은 쉽게 할 수 있다) 둘에 도전해 본다. 이것은 의외로 어렵다는 것을 알 것이다. 이론적으로는 알고 있어도 실제로 아무렇게나 버튼을 누르고 있는 동안에 우연히 게임이 끝나 버리는 경우가 많다.

프리세트 프로우브를 빼면 발진이 정지되므로, 이후 프로우브를 책에 붙여 한번 시프트할 때마다 작동을 멈추고 팩맨의 움직임을 확인하면서 패턴이 변해 가는 상태를 조용히 관찰하기 바란다.

이 게임은 원리가 비교적 복잡하기 때문에 좀처럼 싫증 나지 않는다.



팩맨 게임기의 패턴도



기판 부분의 부품배치

부 품 표

- IC_1 SN74LS86 ········· 1
- IC_2 SN74LS74 ········· 1
- IC_3 SN7474 ········· 1
- IC_4 SN74LS293 ········· 1
- 트랜지스터 2SC1313 ········· 1
- 다이오우드
  - D_1～D_2 1N60(1S1588) ··· 2
  - D_3 10D1 ········· 1
- LED
  - D_3～D_7 빨강 LED ········· 5
  - D_8, D_9 녹색 LED ········· 2
- 저항 모두 1/4 W
- R_1～R_8 4.7kΩ ········· 8
- R_9～R_{10}, R_{12} 1kΩ ········· 3
- R_{11} 560Ω ········· 1
- R_{13}, R_{16} 4.7kΩ ········· 2
- R_{14} 100kΩ ········· 1
- R_{15} 100Ω ········· 1
- R_{17}～R_{18} 10kΩ ········· 2
- 콘덴서
  - C_1, C_2 10μF 6.3V 이상 바이포울러 ········· 2
  - C_3 100μF 6.3V ········· 1
  - C_4 47μF 6.3V ········· 1
  - C_5～C_8 0.022μF 세라믹 ········· 4
- SW 1회로 2접점 푸시·토글 ········· 각 1
- 바나나 프로우브 핀잭 ······ 1조
- IC 소켓 14P ········· 4
- 전지 호울더 CM×4개용 ··· 1
- 기판 키트, 아크릴판 ······ 각 1
- 고무 다리 ········· 4
- 기타 비스, 너트 등

카세트 케이스에 꾸미는 멍멍 게임기





이번에도 카세트 케이스를 이용한 게임기를 소개한다.

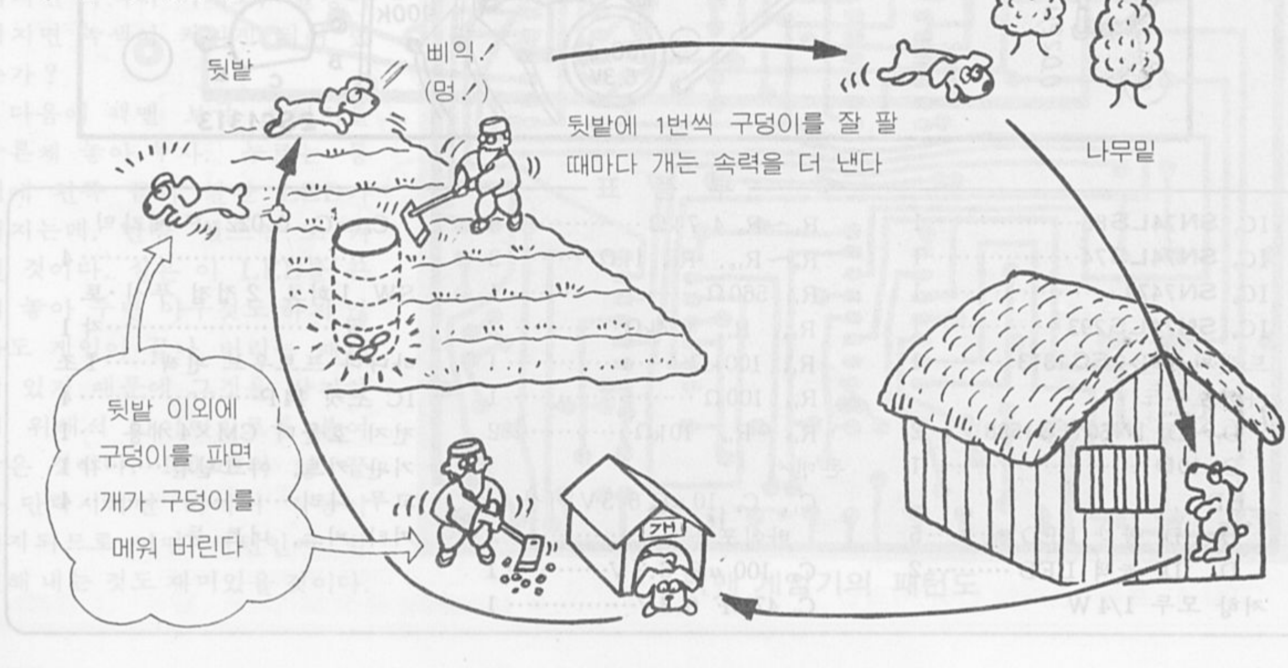
이것은 아주 소형이기 때문에 포켓 속에 넣어 다니며 즐길 수 있다.

❀ 어떤 게임인가?

우리가 어렸을 때 영리한 개가 주인에게 은혜를 갚는다는 이야기를 많이 들었을 것이다. 이 게임기는 개가 가난하고 늙은 할아버지에게 은혜를 갚는 이야기에서 힌트를 얻어 고안한 것이다([그림 1]).

옛날 옛적에 정직한 농부 할아버지댁에 영리한 개 한마리가 있었는데, 그 개는 언제나 꼬리를 치며 깡충 깡충 뛰어다녀 나무 밑, 할아버지 집, 그리고 개집, 들과 밭을 돌아다니면서 할아버지에게 어리광을 부렸다. 어느날 개는 뒷밭 모퉁이에서 오더니 코를 킁킁대며「여기에 보물이 묻혀 있읍니다./」하는 듯 삐익했다(왠지 이 개는 멍멍하고 짖지 않는다). 그 때 정직한 할아버지는 그 자리를 파서 보물을 얻는다. 그래서 이 게임기의 제목을「멍멍 게임기」라고 붙였다. 그런데 할아버지는 너무 늙어서 힘이 없기 때문에 4번을 파지 않으면 보물이 나오지 않는다. 게다가 한번씩 잘 팔 때마다 개는 속력을 내어

[그림 1] 게임의 구성

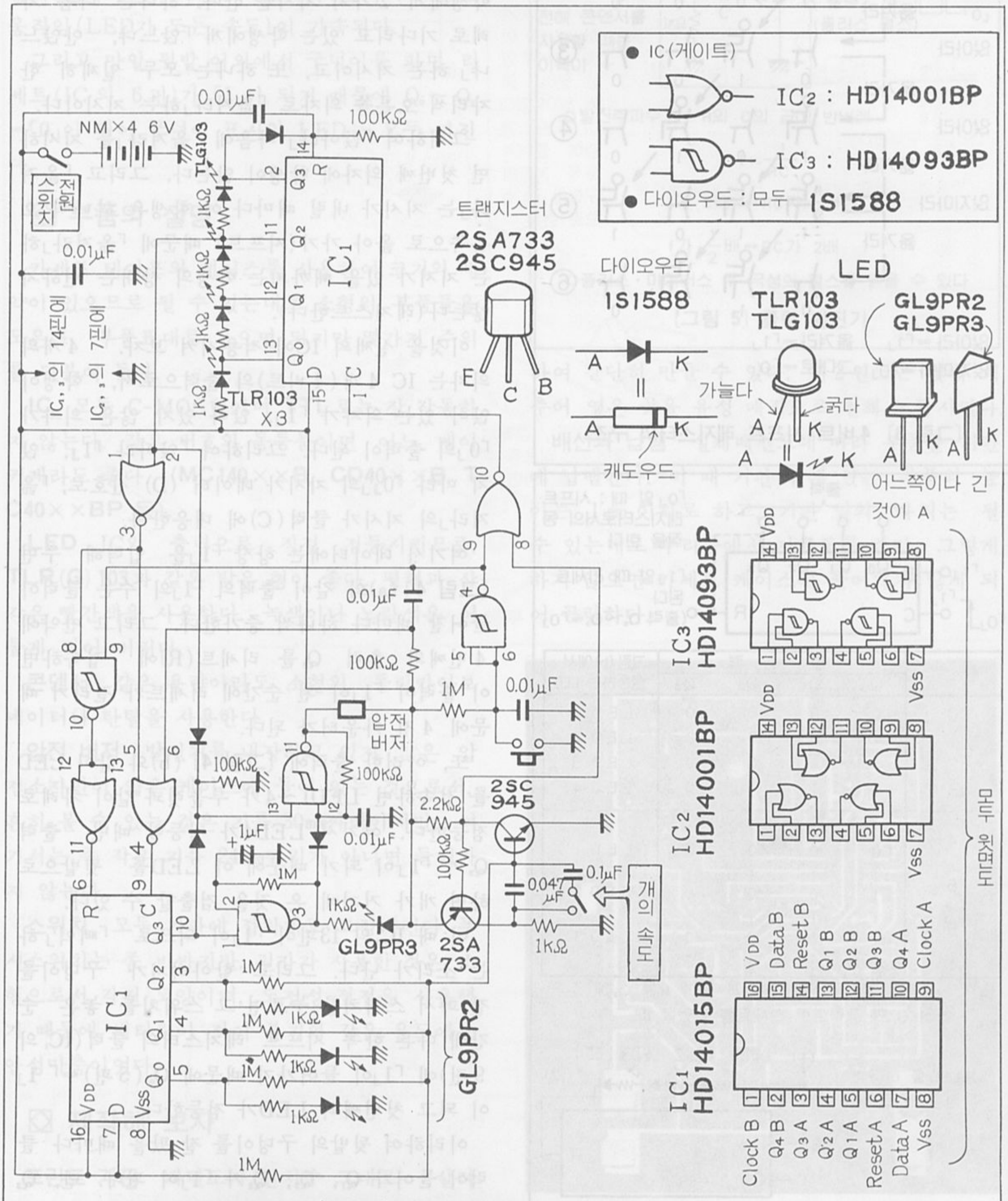


뛰어 다니는 것이다. 뿐만 아니라 텃밭 이외에서 구덩이를 파면 개를 화를 내어 애써 판 구덩이를 메워버린다.

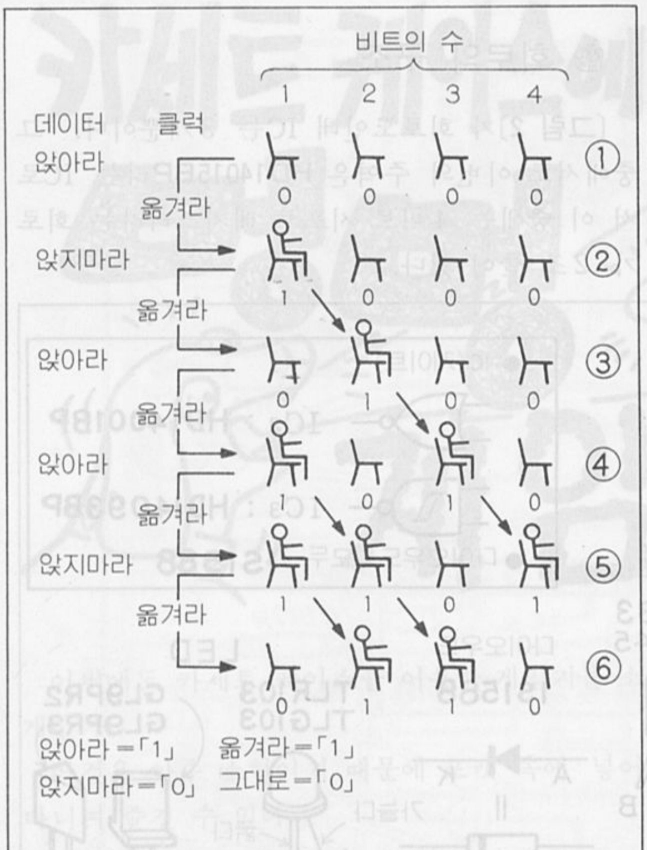
자, 여러분은 정직한 할아버지일까? 아니면 심술궂은 할아버지일까? 4번 계속해서 텃밭에 구덩이를 잘 파서 보물을 꺼내 보자.

회로의 구조

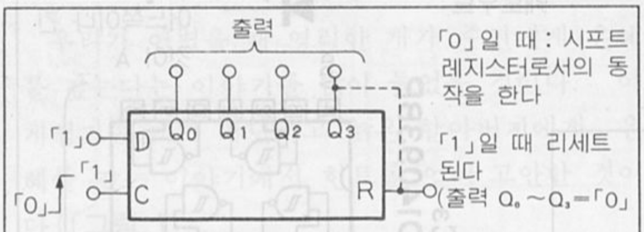
〔그림 2〕가 회로도인데 IC는 3개뿐이다. 그 중에서도 이번의 주역은 HD14015BP라는 IC로서 이 중에는 4비트 시프트 레지스터라는 회로가 2조 들어 있다.



〔그림 2〕 회로도와 반도체의 핀 접속도



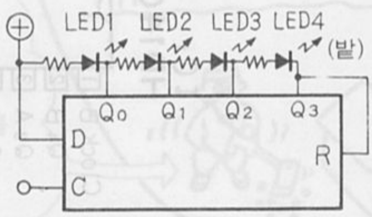
〔그림 3〕 4비트 시프트 레지스터의 구조



클 럭	출 력				그림 (b)에서 점등하는 LED
	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	
0	0	0	0	0	LED 1
1	1	0	0	0	LED 2
2	1	1	0	0	LED 3
3	1	1	1	0	LED 4
4	1 (0	1 0	1 0	1 0)	(LED 1)
5	1 (1	1 0	1 0	1 0)	(LED 2)
6	1 (1	1 1	1 0	1 0)	(LED 3)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(a) ( ) 속의 출력은 위의 점선과 같이 R를 Q_3에 접속하여 Q_3의 출력으로 리세트를 걸었을 때

(b) LED를 하나씩 점등시킨다



〔그림 4〕 실제의 시프트 레지스터

◆시프트레지스터의 동작

〔그림 3〕의 예에서 **HD14015BP**의 작용을 설명해 본다. 4비트(2진수로서 4자리분)에 대응하여 4개의 의자를 늘어 놓았는데, 그 뒤에 학생들이 1렬로 늘어서 있다. 처음에 이 의자에는 아무도 앉아 있지 않다. 여기서 선생님이 학생에게 2가지 지시를 한다. 하나는 다음 차례로 기다리고 있는 학생에게 「앉느냐, 안앉느냐」하는 지시이고, 또 하나는 모두 일제히 한자리씩 오른쪽 의자로 「옮겨라」하는 지시이다.

그리하여 「앉아라」 다음에 「옮겨라」를 지시하면 첫번째 의자에 학생이 앉는다. 그리고 「옮겨라」는 지시가 내릴 때마다 이 학생은 하나씩 오른쪽으로 옮아 가기(시프트) 때문에 「옮겨라」하는 지시가 있을 때까지는 학생의 상태는 변하지 않는다(레지스트한다).

이것을 실제의 IC에 적용시켜 보자. 4개의 의자는 IC 4개(4비트)의 출력으로서, 학생이 앉아 있는 의자가 「1」, 앉아 있지 않은 의자가 「0」의 출력이 된다. 그리하여 「앉아라『1』, 앉지 마라『0』」의 지시가 데이터 (D) 신호로, 「옮겨라」의 지시가 클럭(C)에 대응한다.

여기서 데이터에는 항상 「1」을 입력해 두면 〔그림 4〕(a)와 같이 출력의 「1」의 수는 클럭이 들어갈 때마다 하나씩 증가한다. 그리고 만약에 4번째의 출력 Q_3를 리세트(R)에 접속하면 이 출력이 「1」이 된 순간에 리세트가 걸리기 때문에 4진 카운터가 된다.

또, 이러한 출력에 〔그림 4〕(b)와 같이 LED를 접속하면 LED1～4가 루울렛과 같이 차례로 점등한다. 여기서 LED4가 점등할 때만 출력 Q_2가 「1」이 되기 때문에 이 LED를 뒷발으로 하면 개가 거기에 온 것을 검출할 수 있다.

이 때 IC_3의 13핀이 「1」이 되므로 「삐익」하는 소리가 난다. 그리고 할아버지가 구덩이를 잘 파서 스위치를 누르면 그 스위치를 놓은 순간에 다른 한쪽 시프트 레지스터의 클럭(IC_1의 9핀)에 「1」이 들어가기 때문에 Q_0(5핀)=「1」이 되고 첫번째의 LED가 점등한다.

이리하여 뒷발의 구덩이를 잘 팠을 때마다 클럭이 들어가 Q_1, Q_2, Q_3가 「1」이 된다. 단, Q_3의 출력은 보물의 LED를 구동하기 때문에 극히

낮은 주파수로 발진하는 비안정 멀티(IC_3의 1~3핀)를 통하여 이 LED에 접속하여 점멸하게 한다.

또, Q_0~Q_2가 하나씩 「1」이 될 때마다 클럭 발진기(〔그림 5〕)의 발진 주파수를 정하는 저항(1MΩ)이 하나씩 병렬로 접속되어 나가기 때문에 클럭의 주파수가 그 때마다 높아지고 개의 움직임(LED가 도는 속도)이 가속된다.

그리고 만일 뒷발 이외에서 구덩이를 파면 리세트(IC_1의 6핀)가 「1」이 되기 때문에 Q_0~Q_9=「0」이 되어 구덩이 표시의 LED는 모두 꺼진다.

◇ 부품의 설명

카세트 테이프의 케이스를 사용하여 크기의 제약이 있으므로 될 수 있는대로 소형의 부품들을 모은다. 부품표대로 모으면 되지만 몇가지 주의를 덧붙여 둔다.

IC 모두 C-MOS형이며 TTL로는 잘 작동하지 않는다. 같은 번호의 동등품이면 어느 메이커제라도 좋다. (MC140××B, CD40××B, TC40××BP 등).

LED IC의 출력으로 직접 점등시키므로, TLR(G)103과 같은 밝은 형이 좋다. 평형과 삼각은 빨간색을 사용한다. 녹색이나 노란색은 어둡게 되어 버린다.

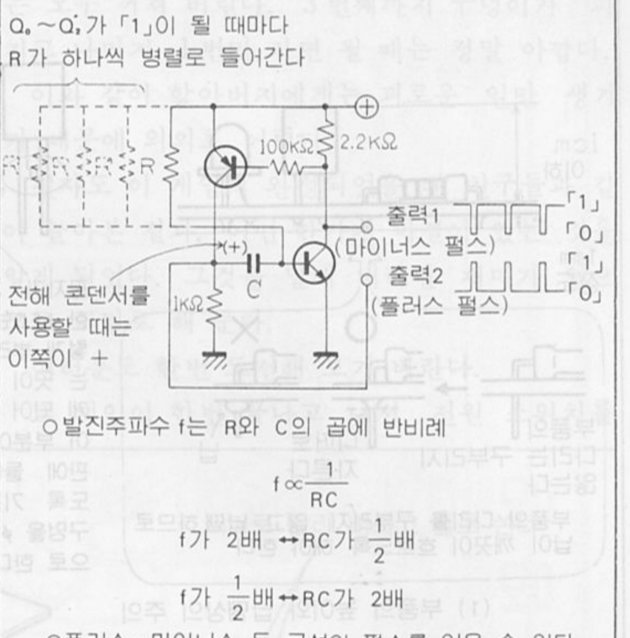
콘덴서 같은 용량이라도 소형의 폴리카아보네이터나 탄탈을 사용한다.

압전 버저 발진기를 내장하고 있지 않은 압전소자만이 얇은 케이스에 들어 있는 것으로서, 흔히 볼 수 있는 것은 지름 30㎜짜리이지만, 여기서는 좀 작은 지름 24㎜짜리가 아니면 들어가지 않는다.

스위치 모두 기판에 접착제로 고정시킨다. 푸시스위치는 좀 비싸지만, 필자가 사용한 것은 소형으로서 각진 모양이며, 도전성 접점을 사용했기 때문에 채터링이 적어 본기와 같은 용도에는 안성마춤이었다.

◇ 제작해 보자

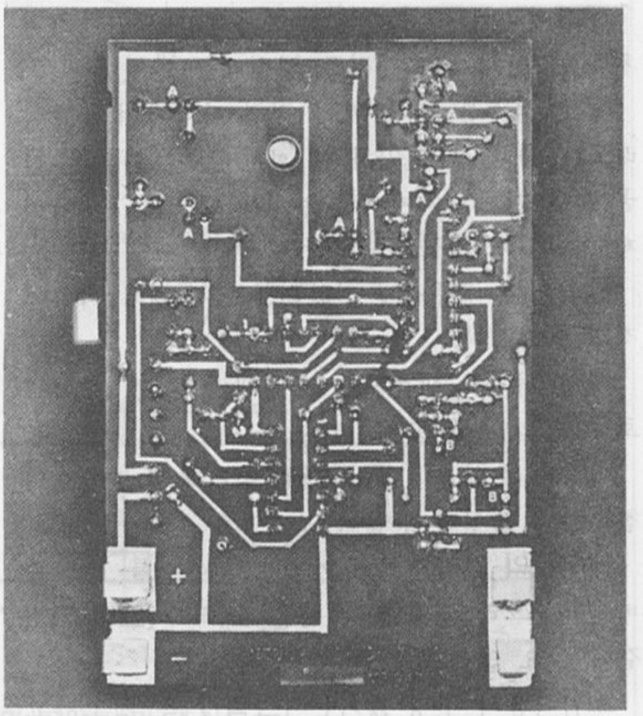
프린트 기판 패턴도가 원치수 그대로 실려 있으므로 제2원도에 복사하면 감광기판을 사용



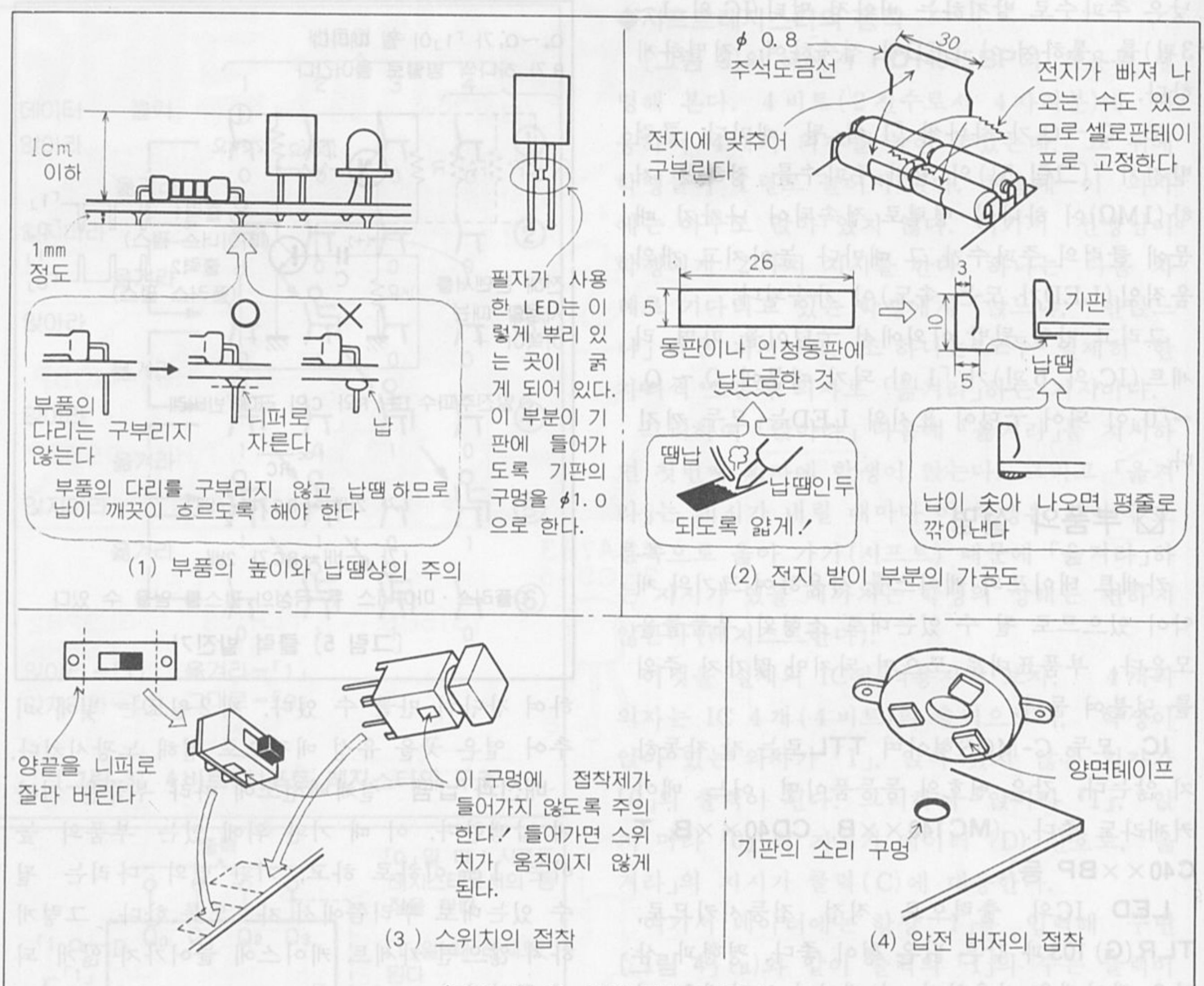
〔그림 5〕 클럭 발진기

하여 간단히 만들 수 있다. 제2원도는 빛에 비추어 엷은 곳을 유성 매직으로 칠해 노광시킨다.

배선과 납땜 실체배선도에 따라 부품을 기판에 납땜한다. 이 때 기판 위에 있는 부품의 높이는 1㎝ 이하로 하고, 기판 밑의 다리는 될 수 있는대로 뿌리쯤에서 자르도록 한다. 그렇게 하지 않으면 카세트 케이스에 들어가지 않게 되어 곤란하다.



점퍼선과 전지 부분에 주의



〔그림 6〕 각 부분 공작의 주의

점퍼선은 앞에 11개, 뒤에 1개가 있다. 스위치에 대한 2개의 배선도 잊어서는 안된다.

전지 박스는 기판 위에 직접 자작하여 조금이라도 부품 값을 절약하자. 때문에 이 부분의 가공이 좀 까다로와지지만 완성된 모양은 메이커제 기판처럼 깨끗하다.

스위치는 에폭시계 접착제를 사용하여 기판에 직접 고정한다.

압전 버저도 에폭시계 접착제나 양면 테이프로 직접 기판에 고정시킨다.

이상의 주의를 〔그림 6〕에 정리해 놓았으니 참고하여 천천히 만들어 보자.

케이스의 가공 먼저 카세트 케이스를 1개 준비한다. 그리고 뚜껑 부분을 떼고 〔그림 7〕과 같이 필요 없는 부분을 깎아 버린다.

스위치용의 구멍 뚫기는 〔그림 7〕을 참고하고 먼저 드릴로 중심에 구멍을 뚫은 후, 막대줄로 정성들여 다듬는다. 당황하면 깨어져 버리는 수도 있다. 완성된 기판을 실제로 넣어 보고 꼭 맞게 들어가도록 구멍을 막대줄로 조금씩 보정한다.

조 립 〔그림 7〕과 같이 레이블을 만들어 넣고 조립하면 완성이다.

◇ 게임하는 법

속도 스위치를 2(느린 쪽)로 하고, 전원을 ON으로 한다(이 때 전원 리세트가 작동하여 곧 게임을 시작할 수 있다). 그러면 4개의 LED가 시계방향으로 루울렛처럼 차례로 점등하여 개의 움직임을 표시한다.

그리고 (텃밭에 와서) 녹색 LED가 켜지면 삐익하는 소리가 난다. 이 빛이나 소리를 기준으로 구덩이를 파는 스위치를 누르면 개가 거기에 멈춘다. 이 때 녹색 LED가 잘 켜지면(개가 텃밭에 있으면) 삐익하고 울리며, 구덩이 파는 스

위치를 놓은 순간에 1번 구덩이가 파진다.

그러면 LED(개)의 움직임이 더 빨라지는데, 또 타이밍을 맞추어 구덩이 파는 스위치를 누른다. 이렇게 하여 구덩이를 잘 4번 계속해서 파면 맨 밑바닥의 삼각형 LED가 소리와 함께 점멸하여 보물이 손에 들어오고 게임은 세트이다.

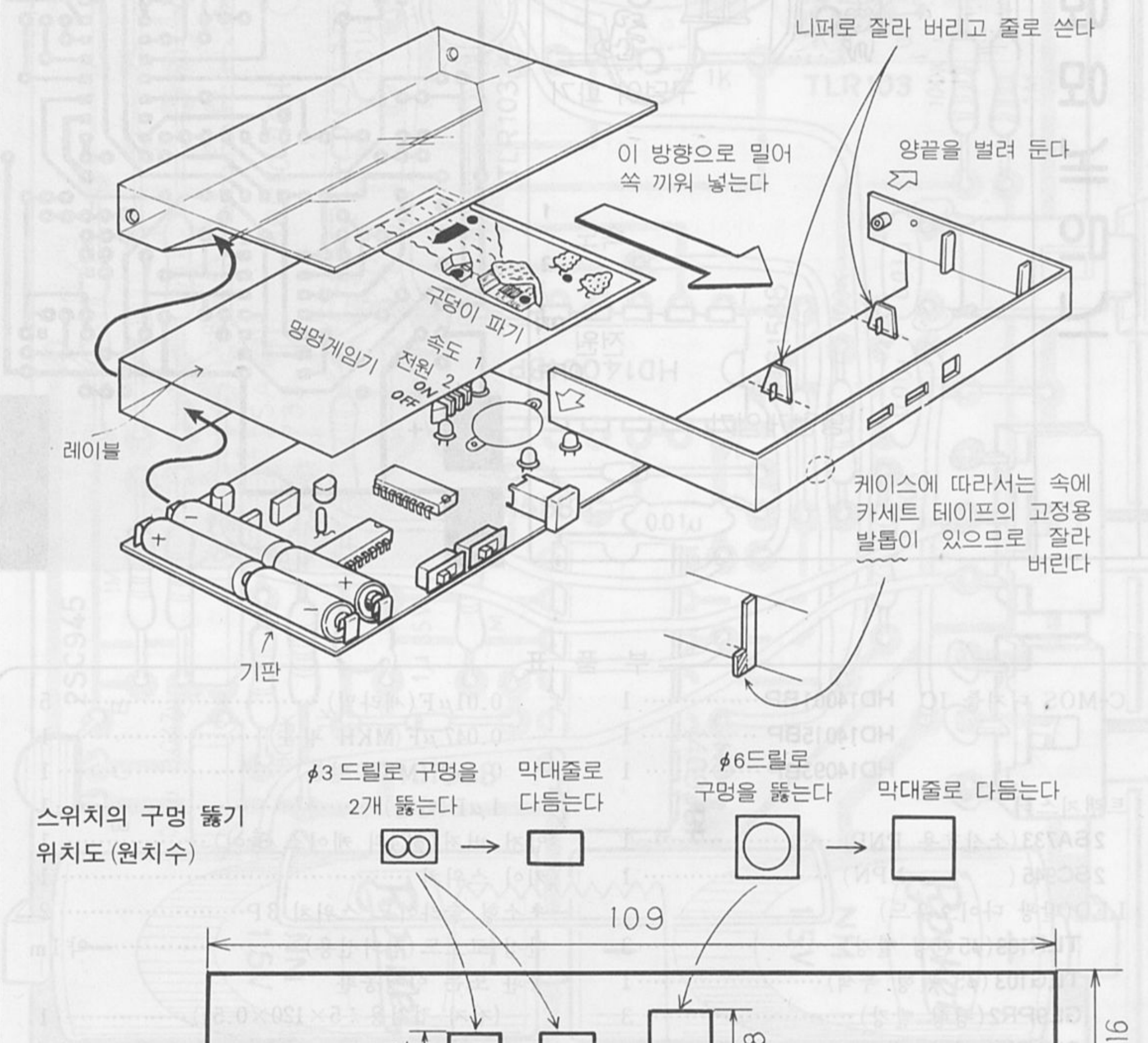
그런데, 몇번쯤 구덩이를 파 놓아도(구덩이를 판 표시의 LED가 켜져 있어도) 다음에 뒷발 이외에서 개를 정지시켜 버리면 개가 화를 내어 구덩이를 메워 버리므로 구덩이를 판 표시 LED는 모두 꺼져 버린다. 3번째까지 구덩이가 파지고 나머지 1번만 파면 될 때는 정말 아깝다.

이와 같이 할아버지에게는 괴로운 일만 생기기 때문에 의외로 어렵다.

필자도 이 게임이 완성되었을 때 친구들과 같이 놀아본 결과, 어떤 한가지 비결이 있는 것을 알게 되었다. 그것을 말해 버리면 재미가 없으므로 비밀로 해 둔다.

여러분도 한번 도전해 보기 바란다.

또 게임이 한번 끝나고 나서 전원 스위치를

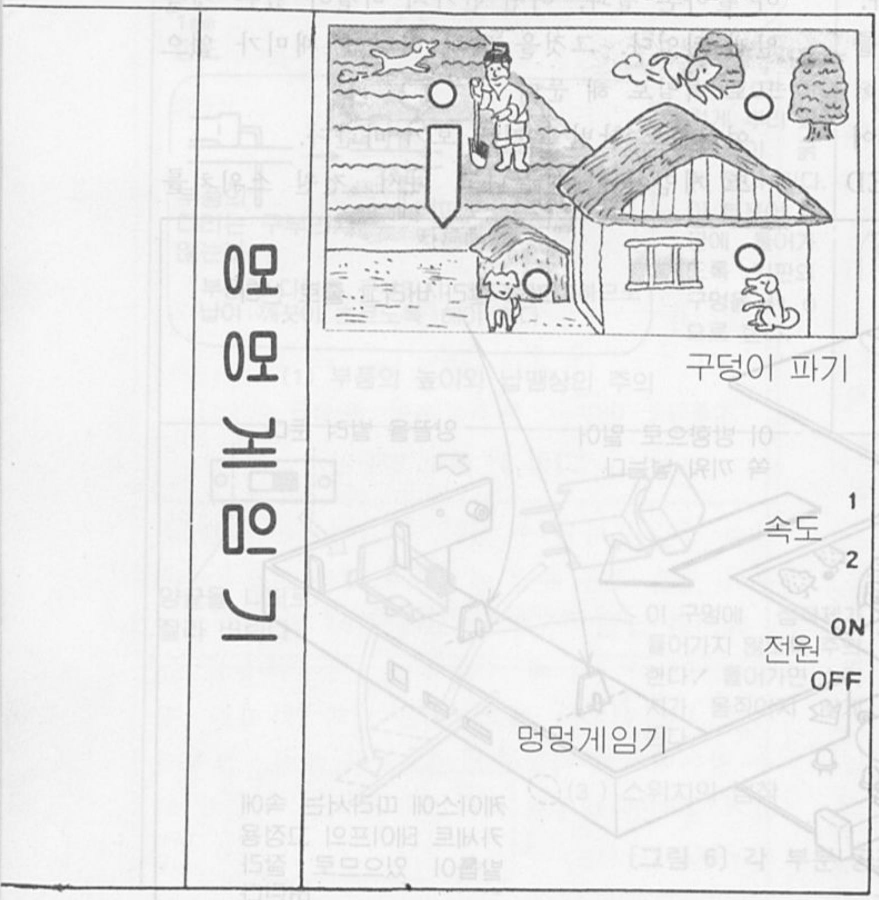


〔그림 7〕 카세트 케이스의 가공도 및 조립도

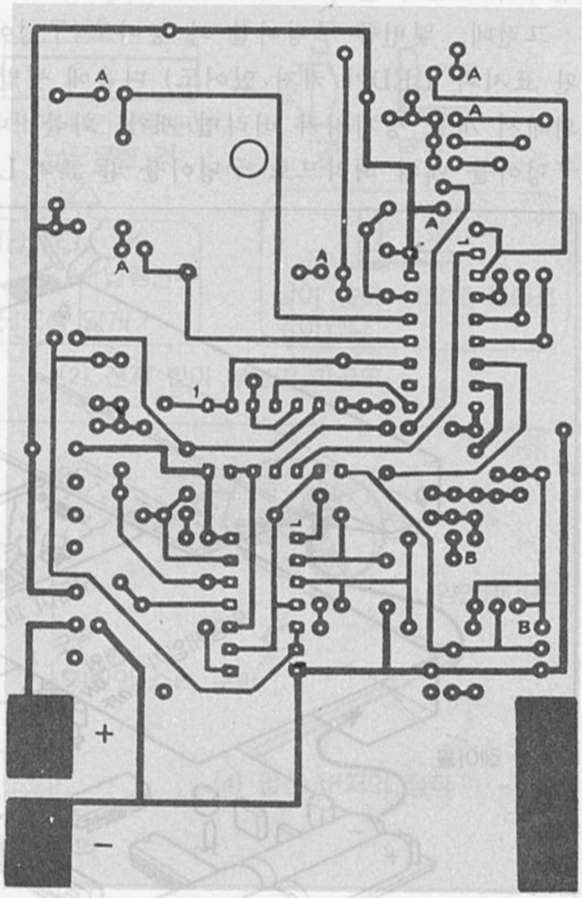
누르면 그 리세트 기능(뒷발 이외에서 개를 멈추면 구덩이를 메워 버린다)에 의하여 리세트를 걸어 게임을 즐길 수 있다.

속도 스위치는 1쪽으로 하면 개의 속도가 거의 3배가 된다. 이 속도는 클럭 발진기의 C값을 0.01μF~1μF 정도의 범위에서 지금보다 크게 하면 늦어지고 작게 하면 빨라지므로 바꾸어 보아도 재미 있다.

멍멍게임기의 레이블 (원치수) : 창은 잘라낸다

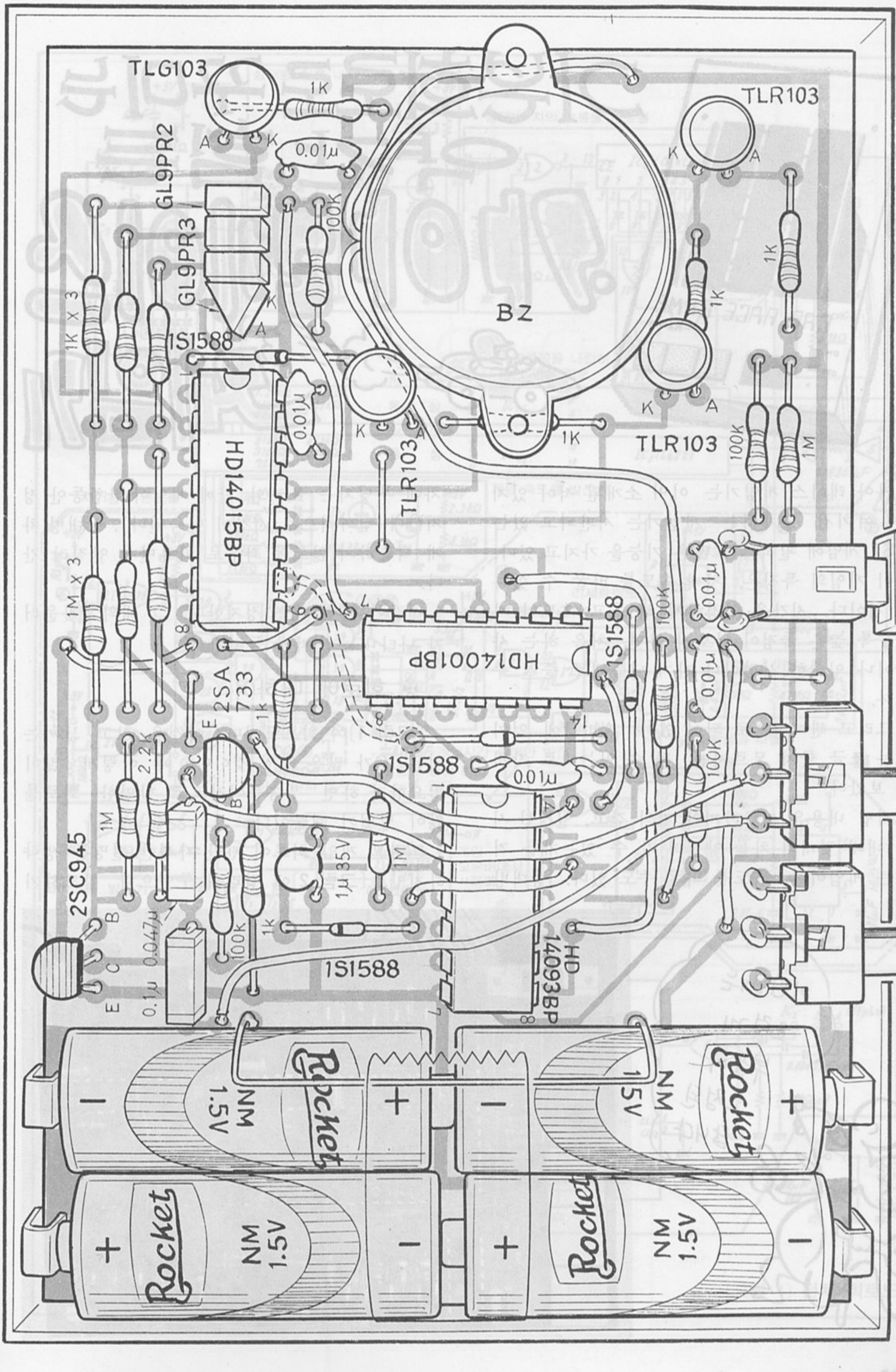


멍멍 게임기의 프린트 패턴도 (원치수)



부 품 표

C-MOS 디지틀 IC HD14001BP ············· 1
HD14015BP ············· 1
HD14093BP ············· 1
트랜지스터
2SA733(소신호용 PNP) ························ 1
2SC945(〃 NPN) ························ 1
LED(발광 다이오우드)
TLR103(ϕ5원형 빨강) ························ 3
TLG103(ϕ5 원형 녹색) ························ 1
GL9PR2(평형 빨강) ························ 3
GL9PR3(삼각 빨강) ························ 1
다이오우드 1S1588 ························ 4
저항 1/8~1/4W ±5% 오차 P형 카아본
1kΩ ············ 9 2.2kΩ ············ 1
100kΩ ········ 5 1MΩ ············ 6
콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
0.01μF(세라믹) ························ 5
0.047μF(MKH 필름) ························ 1
0.1μF(MKH 필름) ························ 1
1μF(탄탈) ························ 1
압전 버저(ϕ24의 케이스 들이) ························ 1
키이 스위치 ························ 1
초소형 슬라이드 스위치 3P ························ 2
단심 코오드(점퍼선용) ························ 약 1m
동판 또는 인청동판
(전지 접점용 : 5×120×0.5t) ························ 1
주석도금선(전지 고정용 : ϕ0.8×60mm) ······ 약간
NM 건전지 ························ 4
프린트 기판 65×100mm ························ 1
카세트 테이프의 케이스 ························ 1


TLG103
TLR103
TLR103
TLR103
1K
0.01μ
100K
1M
GL9PR2
GL9PR3
1S1588
HD14015BP
HD14001BP
HD14093BP
2SA733
2SC945
BZ
1K x 3
1M x 3
2.2K
0.047μ
0.1μ
1μ35V
구멍이 파기
OFF ← → ON
2 ← 속도 → 1
Rocket
NM 1.5V

기본회로로 꾸미는 약간 힘든 카아레이스 게임기





카아 레이스 게임기는 이미 소개된 적이 있지만, 여기서 소개하는 게임기는 시판되고 있는 LSI 게임에 필적하는 많은 기능을 가지고 있다.

이 게임의 특징은, 첫째 속도를 바꿀 수 있다는 점이다. 시간을 일정하게 해 두고 속도가 빠를수록 높은 득점이 나오게 하면, 처음 하는 사람이나 익숙한 사람이나 자기 나름대로 즐길 수 있다.

그리고 핸디형으로 되어 있다. 손바닥에 얹기에는 조금 클지 모르지만, 될 수 있는대로 작게 해 보았다.

게임 내용은 지금까지와 거의 같고, 일정한 시간 내에 몇대의 차를 앞질러 갈 수 있는가를 겨루는 게임이다. 속도를 바꿀 수도 있다. 상대방 차에 부딪치는 소리와 함께 게임이 한참동안 정지한다(결과적으로 시간이 단축된다). 상대방 차에 격돌하지 않도록 좌우로 피하면서 앞질러 간다.

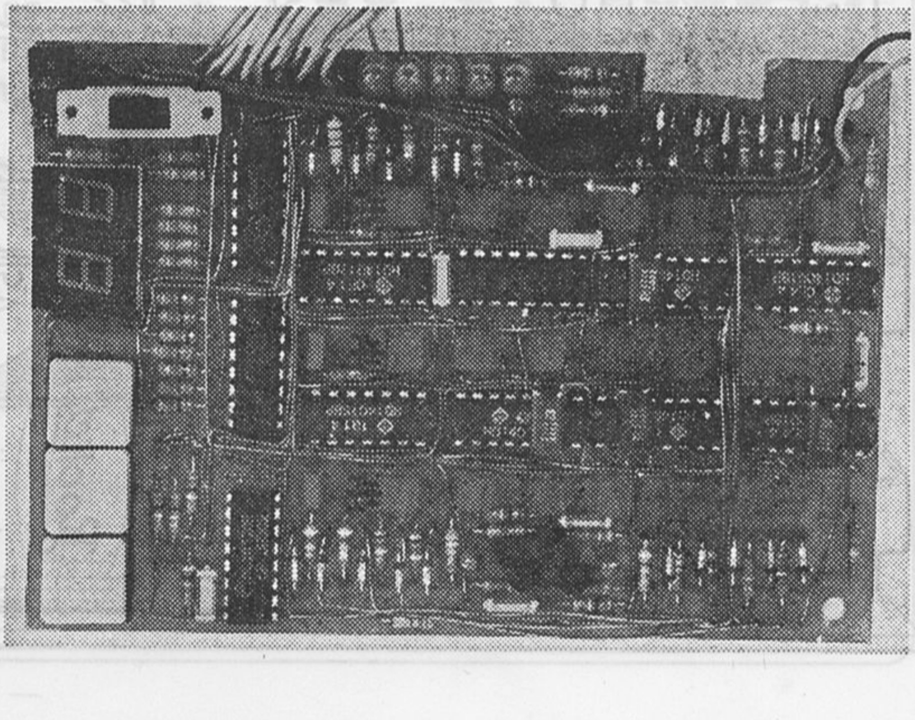
시간이 되면 차는 정지한다. 그 때의 카운터가 나타내는 숫자가 득점이다.

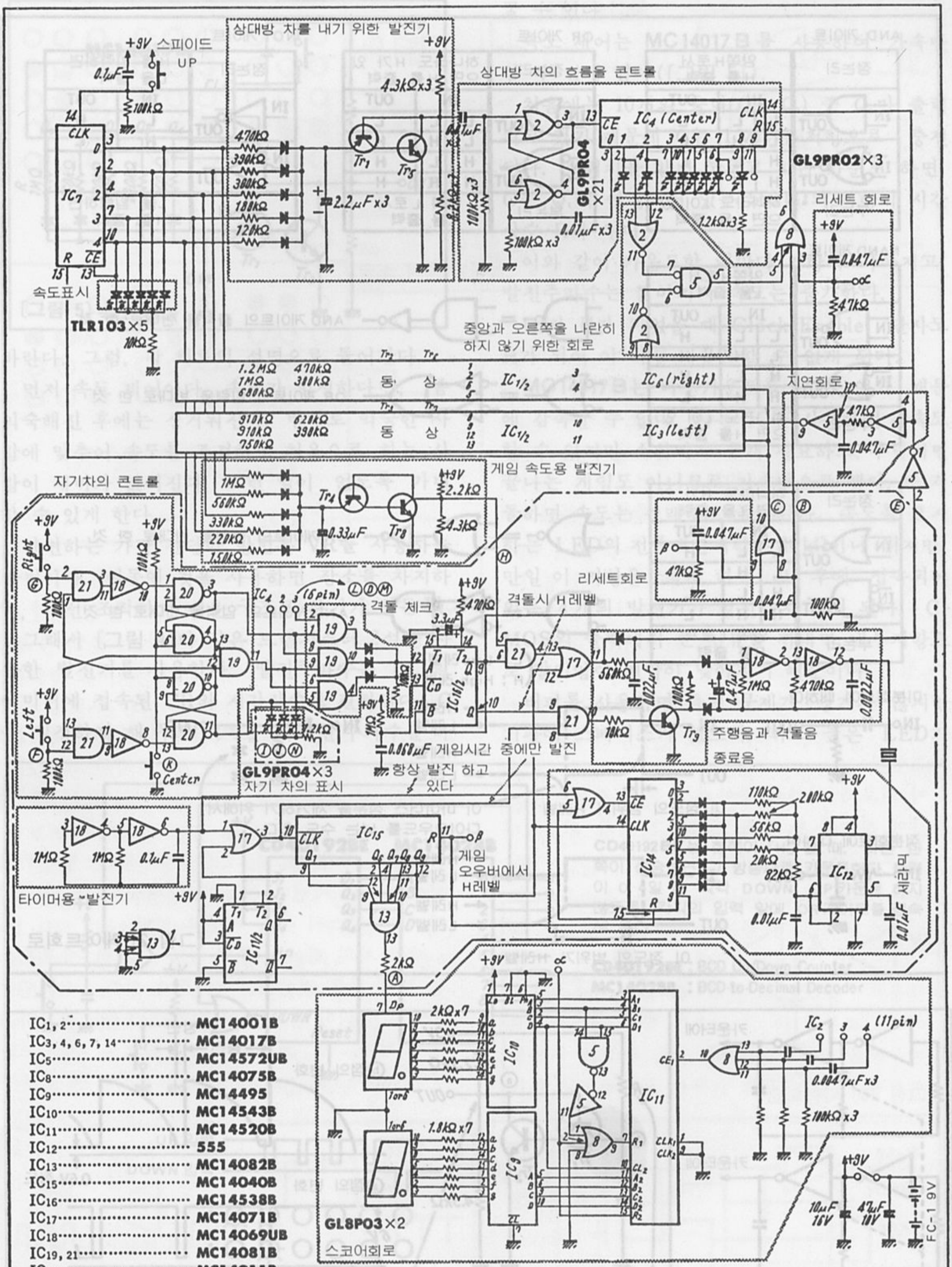
❖ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 회로도이다. 이것을 보고 느끼는 것은 IC가 많은 점일 것이다. 왜 이렇게 많이 필요한가 하면 부속품이라고도 할만한 회로를 많이 넣었기 때문이다.

그리고 게임 회로에 관한 자세한 설명은 생략하지만, 〔그림 2〕에 정리해 두었으니 참조하기

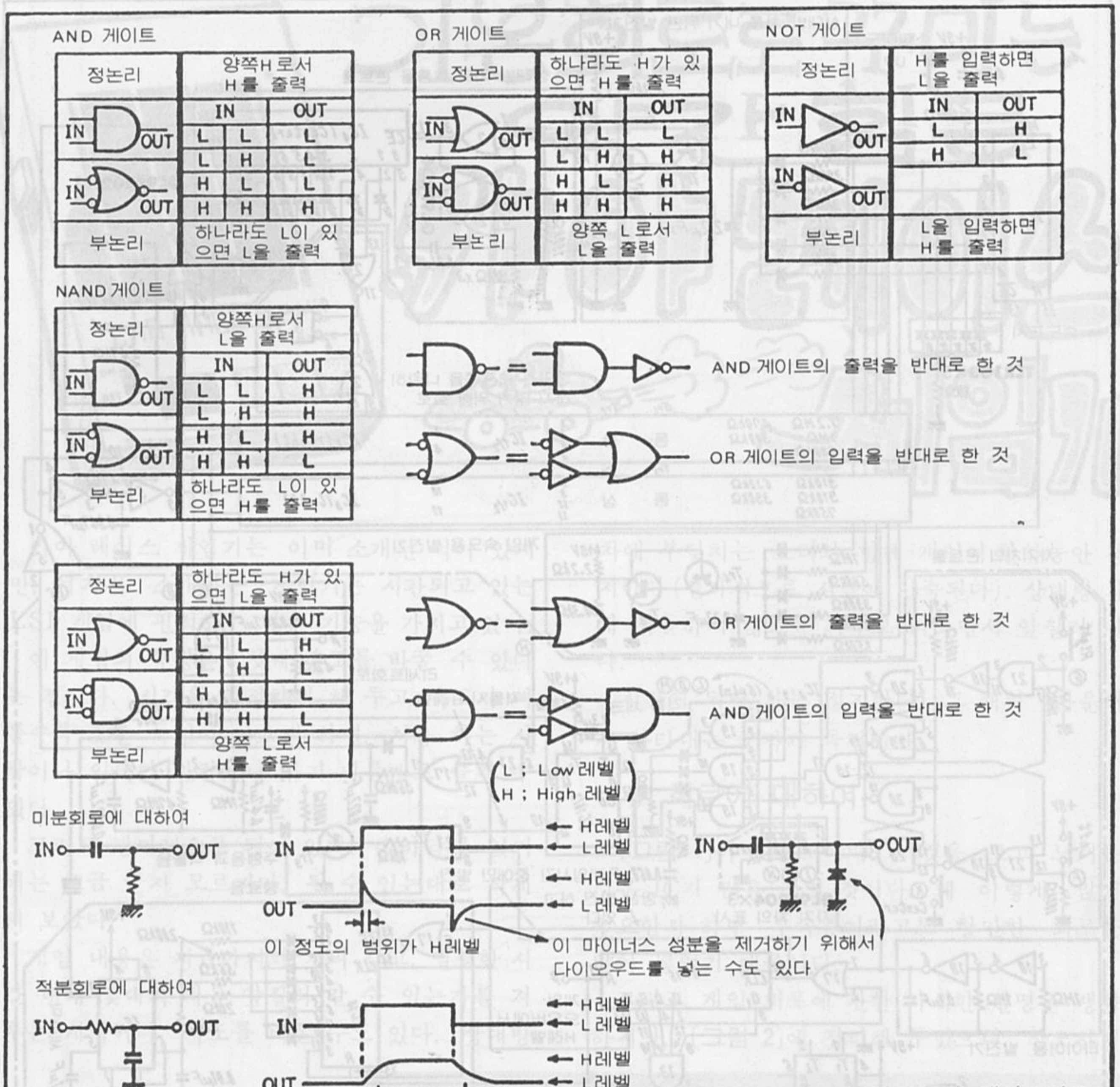




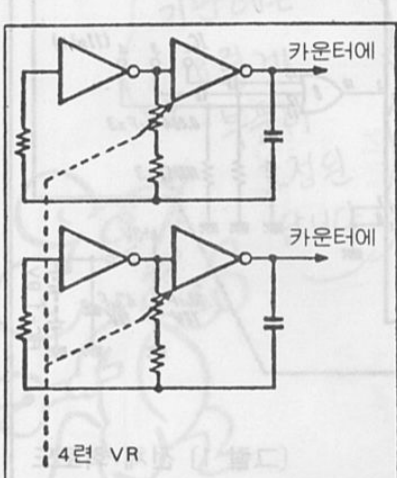


상대방 차를 내기 위한 발진기
+9V 스피이드 UP
상대방 차의 흐름을 콘트롤
GL9PRO4 ×21
GL9PRO2×3
리세트 회로
속도표시
TLR103×5
중앙과 오른쪽을 나란히 하지 않기 위한 회로
IC5(right)
IC4(Center)
IC3(left)
동 상
지연회로
게임 속도용 발진기
자기차의 콘트롤
리세트회로
격돌 체크
격돌시 H레벨
GL9PRO4×3
자기 차의 표시
게임시간 중에만 발진
항상 발진 하고 있다
주행음과 격돌음
종료음
세라믹
타이머용 발진기
게임 오우버에서 H레벨
GL8PO3×2
스코어회로
IC1, 2 ········ MC14001B
IC3, 4, 6, 7, 14 ········ MC14017B
IC5 ········ MC14572UB
IC8 ········ MC14075B
IC9 ········ MC14495
IC10 ········ MC14543B
IC11 ········ MC14520B
IC12 ········ 555
IC13 ········ MC14082B
IC15 ········ MC14040B
IC16 ········ MC14538B
IC17 ········ MC14071B
IC18 ········ MC14069UB
IC19, 21 ········ MC14081B
IC20 ········ MC14011B
Tr1~Tr4 ········ 2SA733
Tr5~Tr9 ········ 2SC945
다이오우드는 모두 1S1588

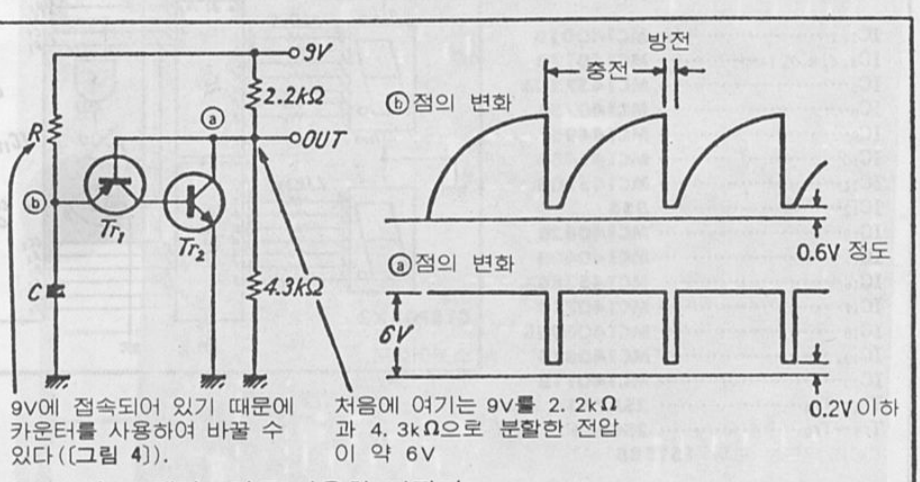
〔그림 1〕 전체 회로도



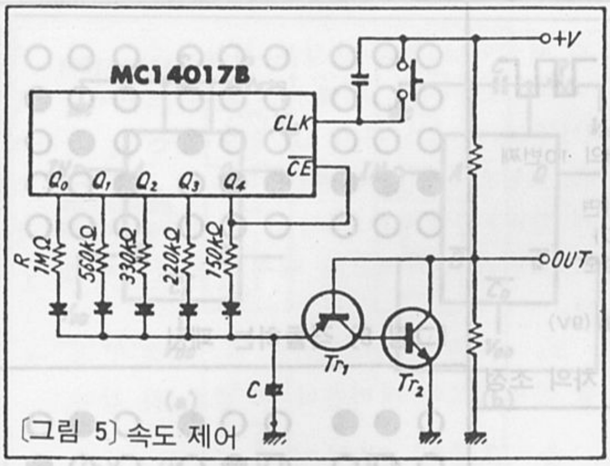
〔그림 2〕 게이트회로



〔그림 3〕 IC를 사용한 가변발진기



〔그림 4〕 트랜지스터를 사용한 발진기



〔그림 5〕 속도 제어

바란다. 그럼, 각 회로의 설명으로 들어간다.

먼저 속도 제어이다. 속도가 일정하다면, 좀 익숙해진 후에는 싱거워진다. 반대로 익숙한 사람에 맞추어 속도를 조절하면 처음으로 하는 사람이 재미가 없어진다. 그런 일이 없도록 가변할 수 있게 한다.

가변하는 가장 간단한 방법은 VR를 사용하는 방법이다. 연동인 것을 사용하면 장소를 차지하며, 우선 조작하기 쉬운 구조로 하기가 힘든다.

그래서 〔그림 4〕와 같은 트랜지스터 2석을 사용한 발진기를 사용한다. 발진주파수는 Tr_1 의 이미터에 접속된 CR의 시간상수로 결정된다. C를 일정하게 해 두고 R쪽을 바꾸면 주파수를 바꿀 수 있다.

속도 제어는 MC14017B를 사용하여 가속만 할 수 있게 했다(〔그림 5〕).

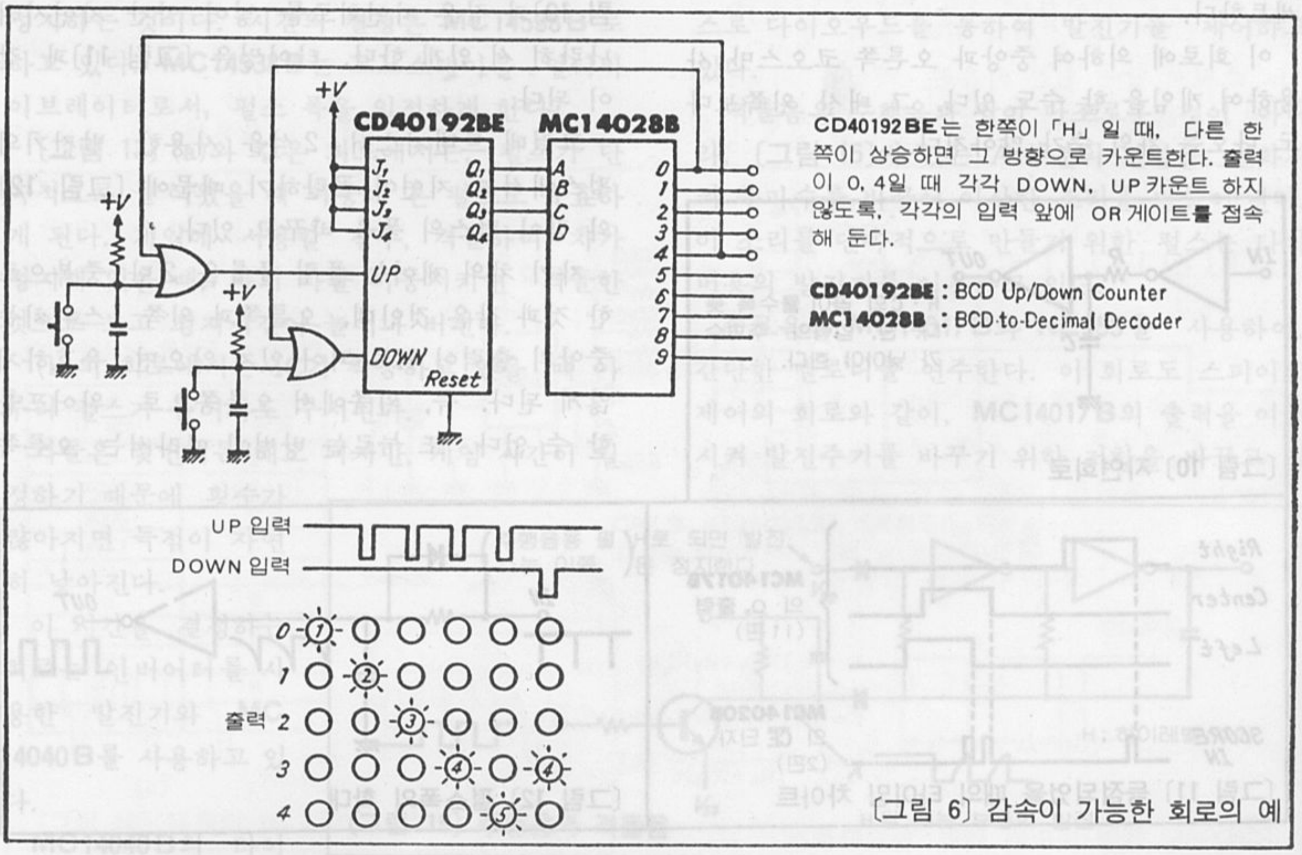
처음에는 10개의 출력(Q_0~Q_9) 중 Q_0만 출력되고 있기 때문에 C는 1MΩ의 저항으로 충전된다. 스위치를 한번 누르고 하나 카운트 하면, C는 Q_1에 연결되어 있는 560kΩ의 저항이 시간상수 R가 된다.

이와 같이 카운트할 때마다 저항이 작아지고, 발진주파수는 짧아지며 속도는 증가한다.

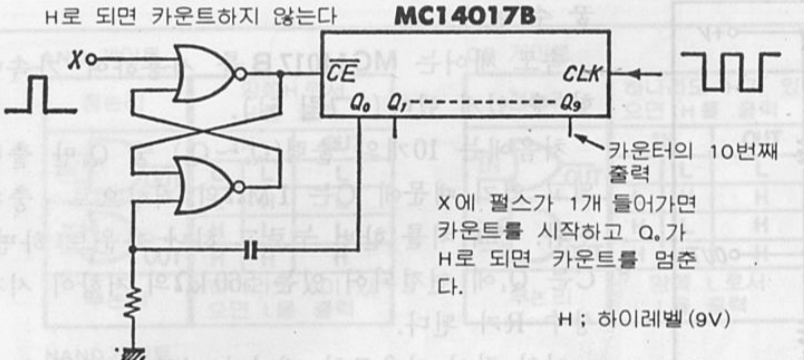
Q_4가 H가 되었을 때 Clock Enable 단자도 H가 되어 이 이상 카운트할 수 없게 된다.

MC14017B는 다운카운트를 할 수 없기 때문에 감속할 수 없다. 다른 IC를 사용하여 감속도 할 수 있지만 스위치가 2개 필요하고, 부딪치면 끝나는 게임도 아니므로 가속만으로 했다. 또 격돌하면 속도는 원래대로 돌아간다. 속도를 표시하는 LED의 전류제한저항은 10kΩ이나 되지만, 만일 이 저항을 작게 하면 그 후에 접속되어 있는 4개의 발진기가 발진하지 않게 된다. C-MOS의 출력에서 큰 전류를 꺼내면 내부저항으로 말미암아 전압이 낮아지기 때문이다.

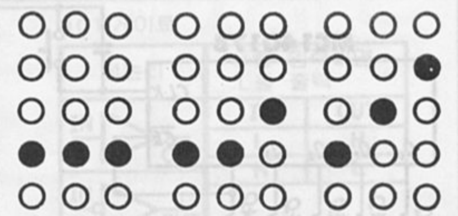
버퍼를 사용하면 특히 문제가 생기지 않지만 기판에 스페이스가 없으며, 휘도 높은 LED가

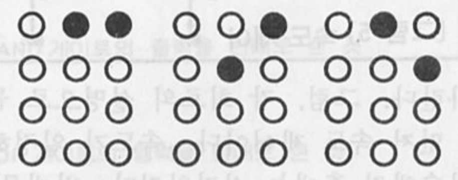


〔그림 6〕 감속이 가능한 회로의 예



〔그림 7〕 상대방 차의 조정


〔그림 8〕 격돌하는 패턴



〔그림 9〕

나와 있어 그것을 사용했다.

상대방 차의 표시는 카운터와 플립 플롭의 조합으로서 〔그림 7〕의 X가 H로 되면 이 플립 플롭은 세트되고, **MC14017B**의 $\overline{CE}$ 단자가 L로 된다. 그러면 **MC14017B**가 카운트하여 상대방 차가 움직인다. **MC14017B**의 카운터가 9까지 세어 0으로 되돌아 가면 플립 플롭은 리세트되며, **MC14017B**의 $\overline{CE}$단자는 H로 되고, X가 H로 될 때까지 카운트는 정지한다.

그런데, 상대방 차의 패턴에 따라서는 절대로 피할 수 없는 경우가 있다. 이를테면 〔그림 8〕과 같은 때이다.

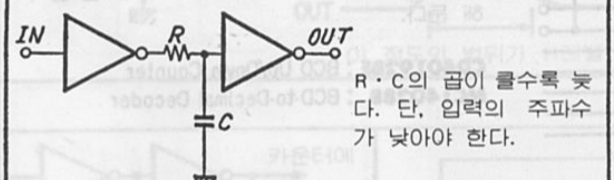
이것을 해결하기 위해서 〔그림 9〕와 같이 나올 때는 중앙의 차를 움직이는 카운터 IC를 리세트한다.

이 회로에 의하여 중앙과 오른쪽 코오스만 사용하여 게임을 할 수도 있다. 그 대신 왼쪽보다도 나오는 차의 수가 많아진다.

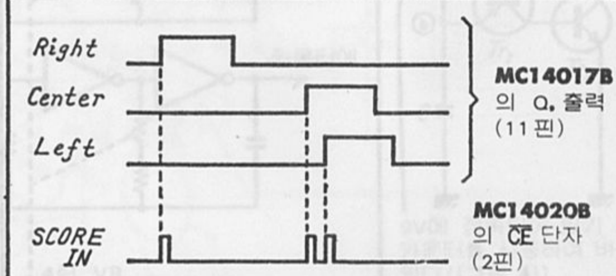
이 게임의 득점은 상대방 차를 앞지른 대수로 되어 있다. 그래서 3가지 카운터의 마지막 출력(10번째)을 OR 게이트를 통하여 득점 카운터에 접속하면 되는데, 이것은 2대 나란히 왔을 때는 1점 밖에 증가하지 않는다. 그래서 왼쪽의 차에 사용할 **MC14017B**의 CLK단자에 〔그림 10〕과 같은 지연회로를 넣어 약간 지연시켜 나란히 서 있게 한다. 타이밍은 〔그림 11〕과 같이 된다.

그런데 트랜지스터 2석을 사용한 발진기의 펄스에서는 지연이 곤란하기 때문에 〔그림 12〕와 같이 펄스의 폭을 바꾸고 있다.

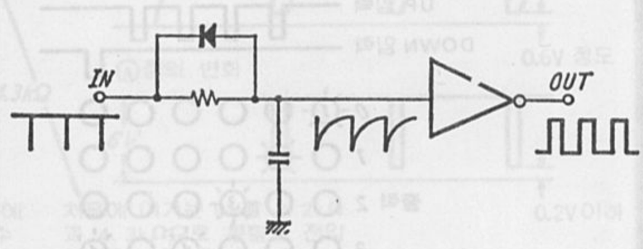
자기 차의 제어는 플립 플롭을 2단 중복으로 한 것과 같은 것인데, 오른쪽과 왼쪽 스위치는 중앙의 출력이 H로 되어 있지 않으면 유효하지 않게 된다. 즉, 왼쪽에서 오른쪽으로 워어프를 할 수 없다. 또 누르는 방법에 따라서는 오른쪽



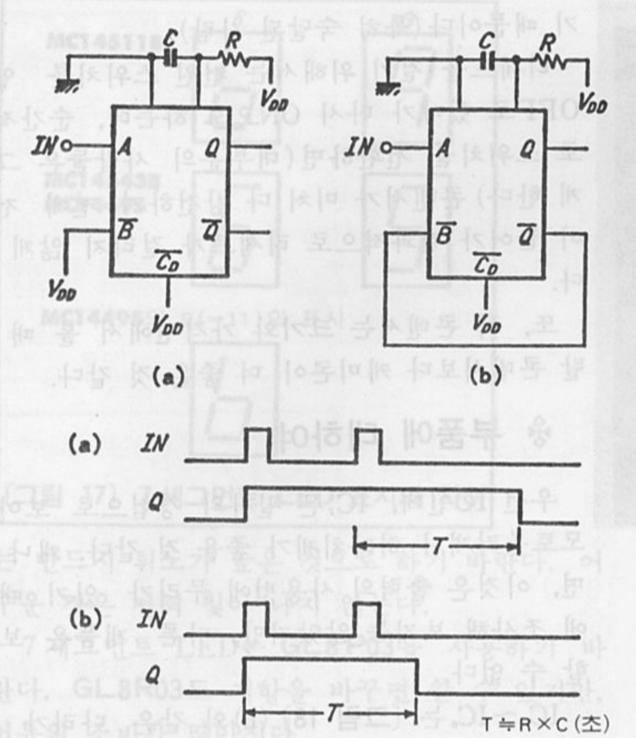
〔그림 10〕 지연회로



〔그림 11〕 득점되었을 때의 타이밍 차아트



〔그림 12〕 펄스폭의 확대



〔그림 13〕 MC14538B의 사용법
(모노스테이블 멀티바이브레이터)

과 왼쪽 출력을 동시에 H로 할 수도 있지만 무의미할 것이다.

격돌의 판단은 AND 게이트로 하고 있다. 이 게임은 격돌하여 끝나는 것이 아니라 한참 동안 정지하는 것이다. 시간의 결정은 MC14538B로 하고 있다. MC14538B는 모노스테이블 · 멀티바이브레이터로서, 펄스 폭을 일정하게 한다.

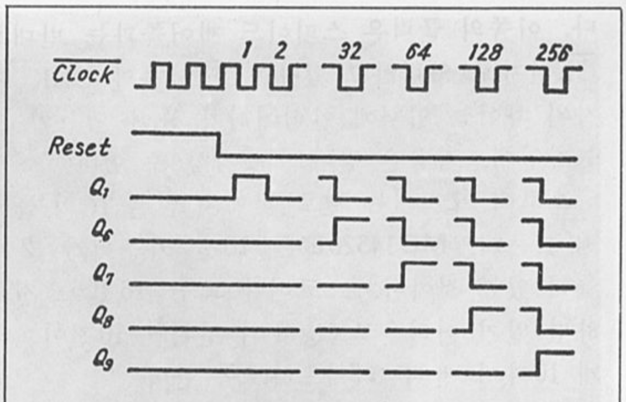
〔그림 13〕(a)와 같은 회로에서는, 펄스가 단속적으로 들어왔을 때 나중에 온 펄스도 유효하게 된다. 게임에 사용할 경우, 격돌하여 차가 정지해 있을 때, 자기 차를 이동시키면 격돌한 것으로 보고 정지시간이 늘어나 버린다.

(b)의 회로에서는 IC가 작동하고 있을 때 아무리 펄스가 들어와도 무시된다.

격돌은 몇번이든 해도 되지만, 게임 시간이 일정하기 때문에 횟수가 많아지면 득점이 자연히 낮아진다.

이 시간을 결정하는 회로는 인버어터를 사용한 발진기와 MC14040B를 사용하고 있다.

MC14040B의 타이밍 차아트는 〔그림 14〕와 같이 되어 있어, 발진기로부터의 펄스를 카운트하여 Q_9이 H로 되었을 때, 즉 256회 세었을 때 상대방 차를 움직이기 위한 클럭을 정지시킨다.



〔그림 14〕 MC14040B의 타이밍 차아트

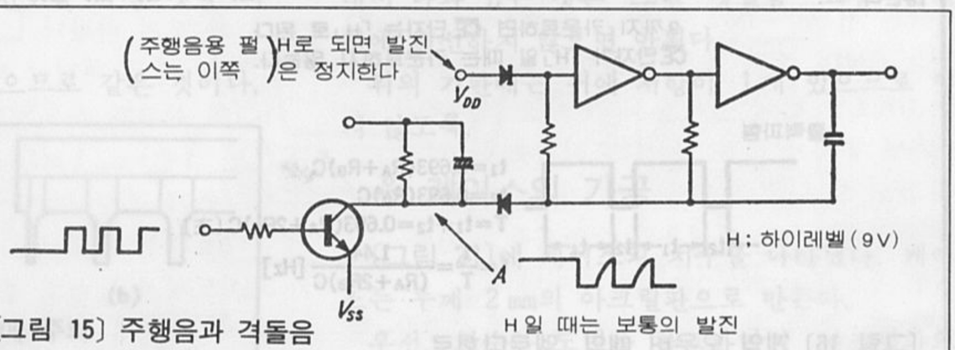
또, 종료를 알리는 경고등도 붙어 있다. 이것은 MC14040B의 $Q_{1, 6, 7, 8}$을 4입력 AND게이트를 통하여 LED를 구동하고 있다. $Q_6 \sim Q_8$이 동시에 H로 되는 것은 224회에서 255회까지이고, Q_1은 2회마다 H로 되기 때문에 종료 전에 16회 LED가 점멸한다.

소리가 나지 않는 게임은 싱거우므로, 주행·격돌·종료 때 소리를 내게 했다.

주행음은 〔그림 15〕와 같이 차를 움직이는 펄스로 다이오우드를 통하여 발진기를 제어하고 있다.

격돌음은 주행음과 같이 단조로운 것이 아니라, 〔그림 15〕에 있는 A 부분의 전압을 변화시켜 주파수를 바꾸어 이상한 소리를 만들어 낸다. 이 소리를 단속적으로 만들기 위한 펄스는 타이머용의 발진기를 이용하고 있다.

종료음은 MC14017B와 NE555를 사용하여, 간단한 멜로디를 연주한다. 이 회로도 스피이드 제어의 회로와 같이, MC14017B의 출력을 이동시켜 발진주기를 바꾸기 위한 저항을 바꾸고 있다.



〔그림 15〕 주행음과 격돌음

다. 이쪽의 클럭은 스피이드 제어쪽과는 반대로 $\overline{CE}$단자로 입력하고 있다. $\overline{CE}$ 단자와 CLK 단자의 차이는 입력에 인버어터가 들어 있는가 없는가인데, 작용은 같다고 생각할 수 있다.

스코어 표시에는 별로 낯익지 않은 IC가 들어서 있는데, **MC14520B**는 16진 카운터가 2개 들어 있는 것이다. 스코어를 모두 16진 표시로 하면 알기 어려우므로, 1의 단위는 10진이 되게 10까지 센 후 리세트하도록 한다.

10의 단위는 16진 표시이므로 보통 많이 쓰이는 7세그먼트 LED용 디코우더 **MC14511B**는 사용할 수 없다. **MC14495**라는 IC를 사용한다. 이것으로 스코어는 최고 159(F9)까지 표시할 수 있다.

1의 단위 표시는 〔그림 17〕과 같은 표시 차이 관계로 **MC14511B**는 쓸 수 없다. 또 **MC14495**는 높기 때문에 **MC14538B**를 사용했다.

LED에 접속되어 있는 저항 값의 차이는 **MC14495**의 내부에 이미 290Ω의 저항이 짜 넣어져 있기 때문이다.

또, 한결같이 전원 ON 때 자동적으로 리세트가 걸린다.

그리고 전원 스위치 앞에 대용량의 콘덴서가 붙어 있는데, 이것은 동작을 안정되게 하기 위한 것으로서 보통 스위치 뒤에 붙어 있는 것이다. 스위치 앞에 있는 이유는, 게임을 시작하여 금방 격돌하면 리세트를 걸고 싶어할 사람이 있기 때문이다(특히 숙달된 사람).

리세트를 걸기 위해서는 전원 스위치를 일단 OFF로 했다가 다시 ON으로 하는데, 순간적으로 스위치를 전환하면(대부분의 사람들은 그렇게 한다) 콘덴서가 미처 다 방전하기 전에 전원이 들어가 결과적으로 리세트가 걸리지 않게 된다.

또, 이 콘덴서는 크기와 가격면에서 볼 때 탄탈 콘덴서보다 케미콘이 더 좋은 것 같다.

❖ 부품에 대하여

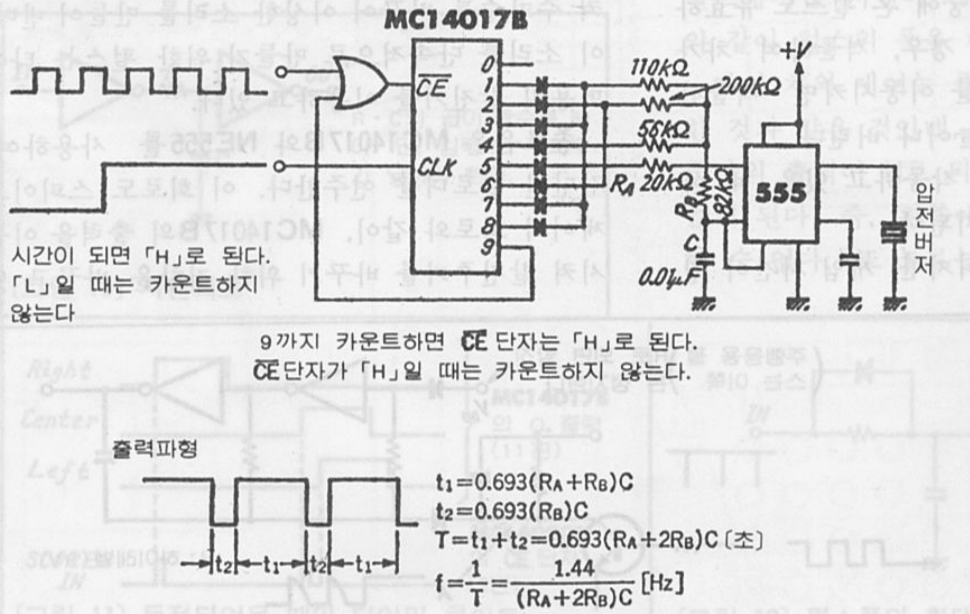
우선 IC인데, IC_1은 필자의 경험으로 보아서 모토롤러제나 히타치제가 좋을 것 같다. 왜냐하면, 이것은 출력의 사용법에 무리가 있기 때문에 조사해 보지는 않았지만, 다른 제품은 보증할 수 없다.

$IC_3 \sim IC_6$는 〔그림 18〕(b)와 같은 다리가 있는 것을 택하기 바란다. (a)와 같은 것으로는 기판에 들어가지 않는다. 다른 16핀의 IC도 (b)가 더 배선하기 좋을 것이다.

그리고 **MC14495**는 좀 구하기가 어려울지도 모른다.

LED는 차의 표시에 **GL-9PR04**와 **GL-9PR02**를 사용했다. 이 LED가 기판에 들어가는 최대의 것이다. 윗면이 평평하기 때문에 그림을 그릴 수도 있다.

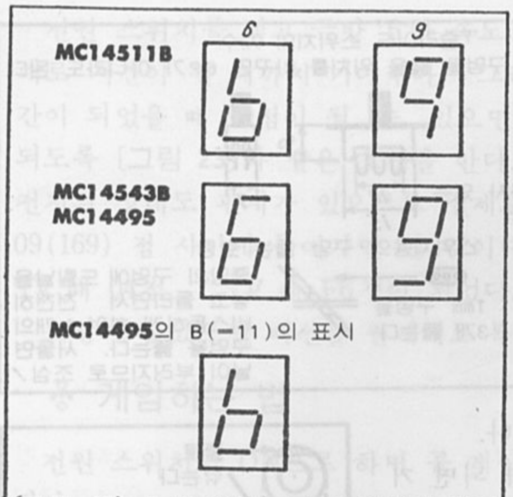
속도 표시는 **TLR103**을 사용했는데, 이 LED



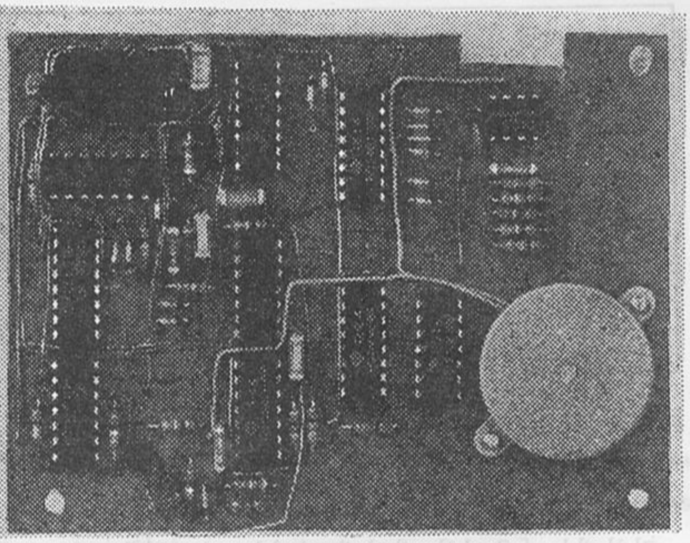
카운터의 출력과 555 사이에 접속되는 저항은 다음과 같다

카운터의 출력	접속되는 저항 (Ω)
0	—
1	110k
2	200k
3	110k
4	56k
5	20k
6	200k
7	110k
8	110k
9	—

〔그림 16〕 게임 오우버 때의 멜로디회로



〔그림 17〕 7 세그먼트 LED 표시의 차이



는 반드시 휘도가 높은 것으로 하기 바란다. 어두운 것은 전혀 빛이 나지 않는다.

7 세그먼트 LED는 GL8P03을 사용하기 바란다. GL8R03도 저항을 바꾸면 쓸 수 있지만, 전류의 소비가 많아진다.

저항은 보통 때 별로 많이 쓰이지 않는 값을 가진 것이 많은데, 그것은 상대방 차를 불규칙하게 내기 때문에 원래는 반고정저항을 사용해야겠지만 수도 많고 장소도 차지하기 때문에 사용하지 않았다. 그러므로 될 수 있는대로 같은 값으로 하기 바란다. NE555에 접속되어 있는 저항은 같은 값으로 하지 않으면 소리의 높이가 달라져 버린다. 모두 5%의 저항으로 통일시켰는데, 아무래도 입수할 수 없을 때는 조합시켜 사용하든가, 2%의 저항을 사용하기 바란다. 필자는 110kΩ은 1%짜리를 사용했다.

콘덴서는 지정된 종류의 것을 사용하지 않으면 기판에 들어가지 않게 된다.

코넥터는 야마이치의 FCD-16-03이라는 16핀의 IC와 같은 크기이다. 이것은 기판을 떼어낼 필요가 없으면 쓰지 않아도 된다.

키이 스위치는 차선 변경용으로 320-22, 속도 제어용으로 320-00이라는 번호를 가진 것을 사용한다.

스위치류는 기판 위에 있으므로 같은 것이나, 같은 크기의 스위치를 사용하기 바란다.

특히, 슬라이드 스위치는 기판을 받치고 있기 때문에 〔그림 19〕를 참조하여 기판에 맞는 것을 찾기 바란다.

부품의 수가 많으니 싸게 살 수 있는 곳을 찾아 손해보지 않도록.

❖ 제작의 요점

기판의 크기가 좀 어중간해서 가공할 필요가 있다. 감광기판을 사용하는 사람은 현상이 끝난 후에 하는 것이 실패가 적을 것이다.

TLR103은 그대로는 기판에 들어갈 수 없으니, 〔그림 20〕과 같이 가공하기 바란다.

부품의 고정은 〔그림 19〕와 같이 하지 않으면 케이스에 들어가지 않는다.

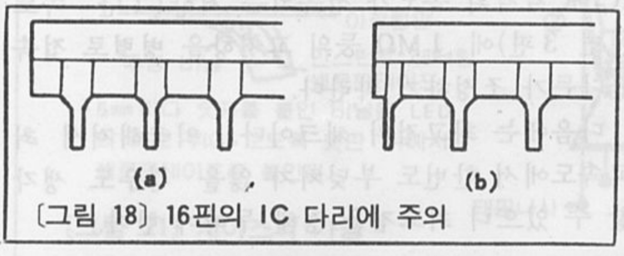
기판을 작게 하는 것만 생각하고 있었기 때문에 프린트기판을 사용했음에도 불구하고 점퍼선의 산더미가 되어 버렸다. 그러나 회로도와 대조하면서 하나씩 하나씩 착실히 해 가면 반드시 성공한다. 또, 점퍼선은 부품을 다 붙인 다음에 부품과 부품 사이를 지나도록 배선하는 것이 좋을 것이다. 보기도 좋다. 물론 IC나 저항의 밑에서 나와 있는 것은 그런 것들을 고정시키기 전에 배선하지 않으면 안된다.

위의 기판에는 뒤에 저항이 1개 있으므로 잊지 않도록.

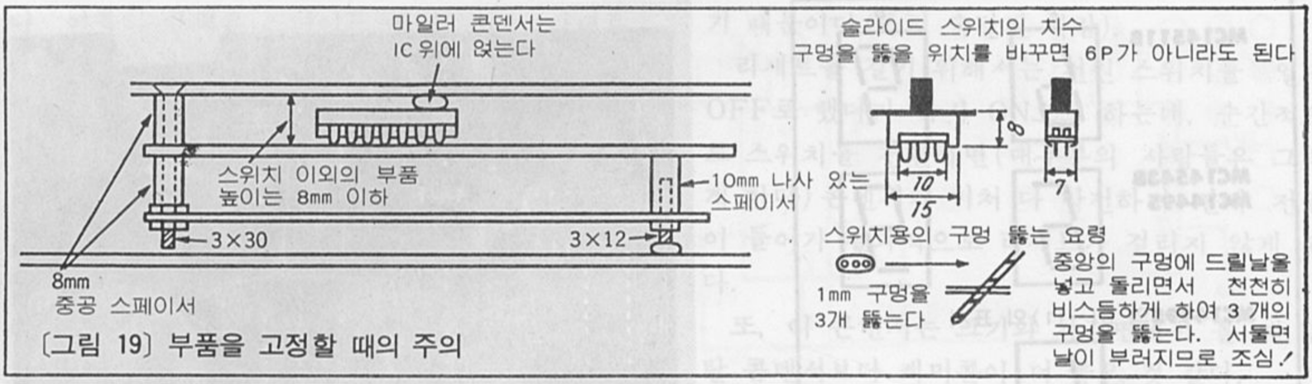
❖ 케이스의 가공

〔그림 21〕에 케이스의 치수를 나타냈다. 케이스는 두께 2㎜의 아크릴판으로 만든다.

우선, 치수는 도면을 참고하면서 아크릴판의



〔그림 18〕 16핀의 IC 다리에 주의



〔그림 19〕 부품을 고정할 때의 주의

표면에 금을 긋고, 아크릴 커터를 몇번 사용하여 절단한다. 절단면은 줄 등으로 잘 다듬어 완성시킨 다음 조합시켜 접착한다.

접착제는 「2 염화 메틸렌」이라는 아크릴용 접착제를 사용하되, 붓으로 접합면에 골고루 발라 붙이면 1분만에 접착된다.

그 다음에는 도장을 하여 레터링을 넣는다. 접착이나 도장, 레터링을 모두 끝내고 그 위에 클리어래커 등을 뿜어 두면 도장이나 레터링이 떨어지지 않는다.

옆면의 스위치는 접착제로 고정시키는 수 밖에 없으므로 구멍 뚫기는 신중히 하기 바란다.

뒷뚜껑의 고정은 태핑나사를 사용하는 것이 가장 좋다. 별로 권장할 수는 없지만 필자는 지름 1.8㎜의 구멍에 아크릴용 접착제를 넣어 부드럽게 한 다음, 2㎜의 비스를 억지로 틀어 넣어 나사 구멍을 만들고 2㎜짜리 비스로 고정시켰다.

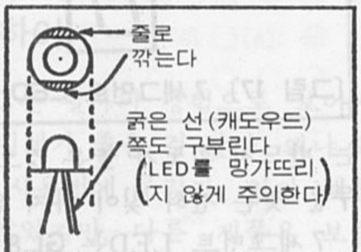
아래 기판에 붙어 있는 10㎜의 스페이서는 위에 실리는 키이 스위치가 흔들거리지 않도록 하는 것이므로 〔그림 19〕와 같이 한다.

전지는 양면 테이프로 고정시키든가, 스펀지로 공간을 메워 동요하지 않게 한다.

※ 동작 체크와 조정

우선 위의 기판만 체크한다. 아래 기판에 접속되는 선(Ⓐ~Ⓝ) 중 Ⓗ와 Ⓔ를 연결하고, Ⓑ Ⓒ는 GND, 다른 것은 개방으로 해 둔다. 전원을 ON으로 하여 상대방 차가 나오고 득점이 올라가면 문제가 없을 것이다. 리세트가 걸려 있지 않아서 속도 표시의 LED가 켜지지 않을 때가 있는데, 속도 제어용의 스위치를 몇번쯤 누르면 점등하고 차도 움직일 것이다.

이 때, 왼쪽 차가 움직이지 않아도 걱정할 필요가 없다.



〔그림 20〕 TLR103의 가공

염려가 되면 기판 뒤에 붙어 있는 47kΩ의 저항을 단락하면 왼쪽 차도 움직일 것이다(이 때 지연은 불충분하다). 다음에 2개의 기판을 접속해 본다. 전체 전류는 25~50mA 정도가 된다.

각 동작도 체크하자. 먼저 전원을 넣었을 때 리세트가 걸리는가, 그리고 자기 차는 코오스를 바꿀 수 있는가. 소리가 나는가. 일부러 격돌시켜 보았을 때 정지하는가, 소리는 나는가를 체크한다. 속도제어와 득점도 한번 더 체크해둔다. 나란히 왔을 때 2점이 붙어나지 않으면 안된다.

만일 1점 밖에 붙어나지 않거나, 왼쪽 차가 움직이지 않으면 IC_7의 11핀에 접속되어 있는 510kΩ과 0.022μF의 콘덴서와, IC_8의 11핀에 접속되어 있는 47kΩ의 저항, 0.047μF의 콘덴서를 가감하기 바란다.

그럼, 이제 조정으로 들어가자. 그러나 VR류가 하나도 없기 때문에 체크하는 것과 같다.

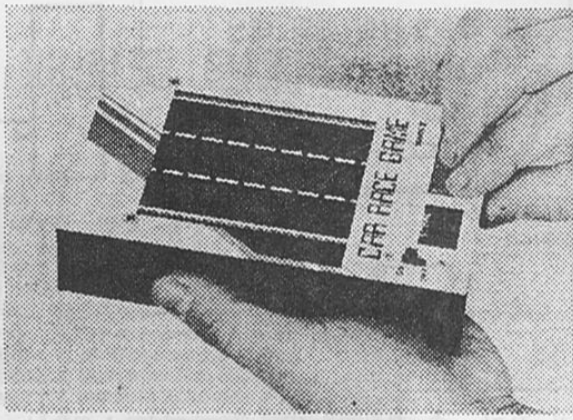
〔그림 22〕와 같이 아래의 기판을 다시 배선하기 바란다. 이것으로 격돌은 무시할 수 있다. 이 상태로 상대방 차가 불규칙하게 나오는지 어떤지 체크한다. 1단 속도에서 5단 속도까지 모두 해 보기 바란다.

만일 같은 패턴이 몇번이나 계속될 것 같으면, IC_7에 각각의 속도가 접속되는 저항(1단 속도이면 3핀)에 1MΩ 등의 고저항을 병렬로 접속한다든가 조정하기 바란다.

다음에는 최고점의 체크이다. 익숙해져서 최고속도에서 한번도 부딪치지 않을 경우도 생각할 수 있으니 최고점을 정해 두어야 한다.

전원 스위치를 넣고 급방 5단 속도로하여 그대로 시간이 될 때까지 기다린다. 그리하여 시간이 되었을 때 득점이 될 수 있으면 F9점이 되도록 〔그림 23〕과 같은 조정을 한다. 그러나 전지의 상태도 관계가 있으므로 실제로는 F0~09(169) 점 사이에 들어가면 될 것이다. 필자는 9V 때 04점, 7.5V 때 F6점이 되었다.

조정이 끝났으면 배선을 원래대로 복귀시킨다.



✣ 게임하는 법

전원 스위치를 ON으로 하면 곧 게임이 개시된다.

상대방 차가 가까이 다가오므로 자기 차를 좌우로 움직여 격돌하지 않게 하여 상대방 차를 앞지른다. 앞지른 차의 수는 그대로 득점이 되는 것이다.

속도는 옆에 붙어 있는 스위치를 누르면 빨라진다.

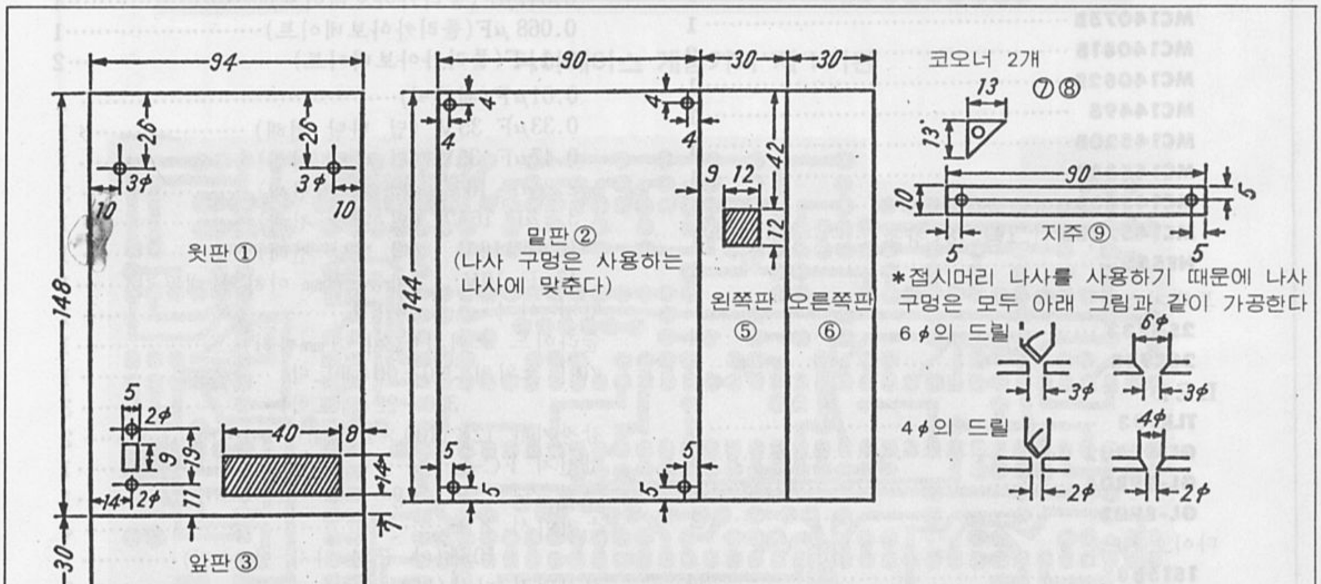
격돌하면 게임이 일시 정지한다. 그리고 다시 1단 속도로 게임이 개시된다.

득점의 오른쪽 아래의 LED가 점멸하면 이제 곧 시간이 된다. 게임 시간은 약 1분간으로 되어 있다.

이 게임은 전지의 전압이 내려가도 동작하지만 속도가 늦어지기 때문에 주의해야 한다.

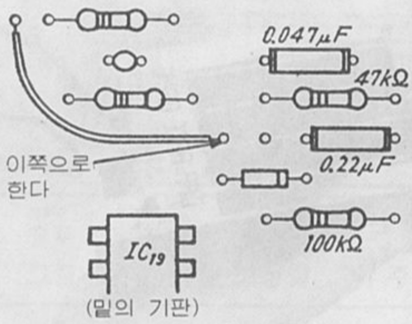
◇ ◇ ◇

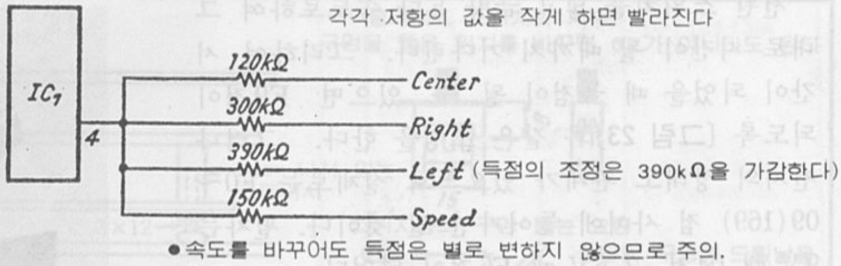
격돌 체크를 하고 클럭을 멈출 때까지 얼마 안되지만 시간이 걸리므로, 상대방 차를 앞지르



〔그림 21〕 케이스의 가공

[그림 22] 조정할 때의 배선





●속도를 바꾸어도 득점은 별로 변하지 않으므로 주의.
●같은 패턴이 계속될 때 중앙의 120kΩ과 오른 쪽의 300kΩ을 바꾸어 조정해도 된다. 이 경우 득점이 높아진다.

[그림 23] 5단 속도 때의 조정(1~4단 속도도 마찬가지)

기 직전, 즉 상대방 차를 나타내는 LED가 마지막 장소로 이동하기 직전에 격돌하면, 상대방 차를 앞지른 다음 정지하는 형식이 된다. 그러나 확실히 격돌하고 있기 때문에 이 때는 접촉했다고 생각해야 한다.

격돌했을 때 상대방 차가 모두 정지하는 것이 이상하다고 생각되면 이 LED를 장해물이라고 생각하면 된다.

이번 회로는 각 블록마다 여러 가지로 응용할 수 있으니 여러분도 많이 연구해 보기 바란다.

부 품 표

IC
- MC14001B ························ 2
- MC14011B ························ 1
- MC14017 ([그림 18] 참조) ········ 5
- MC14040B ························ 1
- MC14069UB ······················· 1
- MC14071B ························ 1
- MC14075B ························ 1
- MC14081B ························ 2
- MC14082B ························ 1
- MC14495 ························· 1
- MC14520B ························ 1
- MC14538B ························ 1
- MC14543B ························ 1
- MC14572UB ([그림 18] 참조) ······ 1
- NE555 ··························· 1

트랜지스터
- 2SA733 ·························· 4
- 2SC945 ·························· 5

LED
- TLR103 ·························· 5
- GL-9PR02 ························ 3
- GL-9PR04 ························ 24
- GL-8P03 ························· 2

다이오우드
- 1S1588 ·························· 34

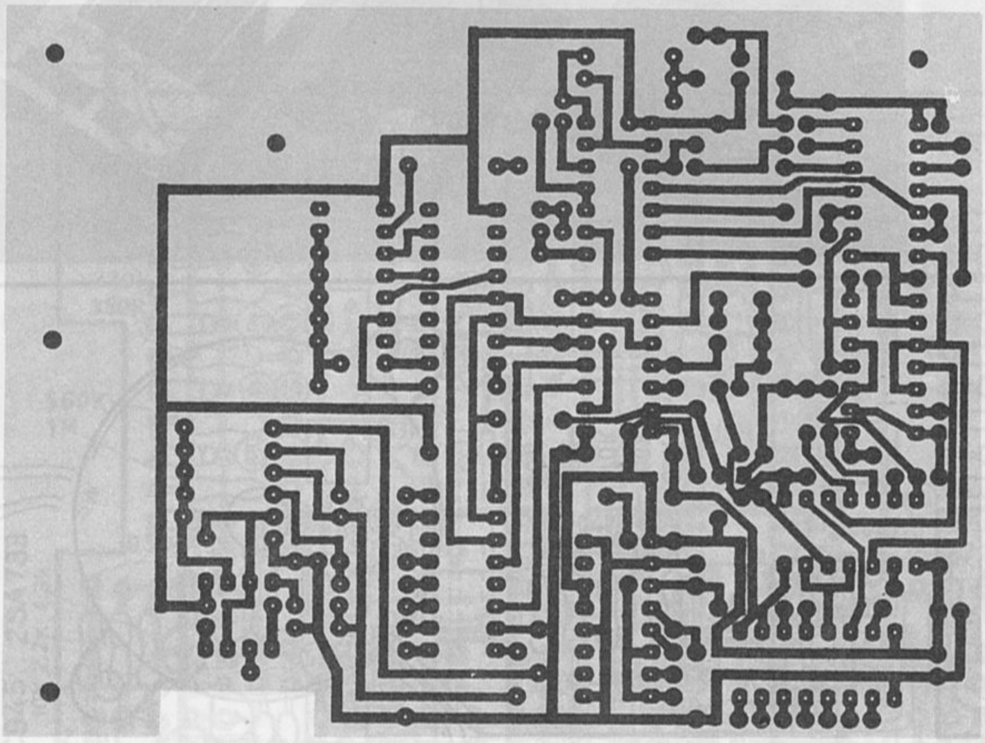
저항 1/8~1/4W P형 카아본 ±5%오차

1.2kΩ······ 4	1.8kΩ······ 7	2kΩ········ 8
2.2kΩ······ 1	4.3kΩ······ 4	8.2kΩ······ 3
10kΩ ······ 2	20kΩ ······ 1	47kΩ ······ 3
56kΩ ······ 1	82kΩ ······ 1	100kΩ······ 16
110kΩ······ 1	120kΩ······ 1	150kΩ······ 1
180kΩ······ 1	200kΩ······ 1	220kΩ······ 1
300kΩ······ 2	330kΩ······ 1	390kΩ······ 2
470kΩ······ 4	510kΩ······ 1	560kΩ······ 1
620kΩ······ 1	680kΩ······ 1	750kΩ······ 1
910kΩ······ 2	1MΩ ······ 6	1.2MΩ ··· 1

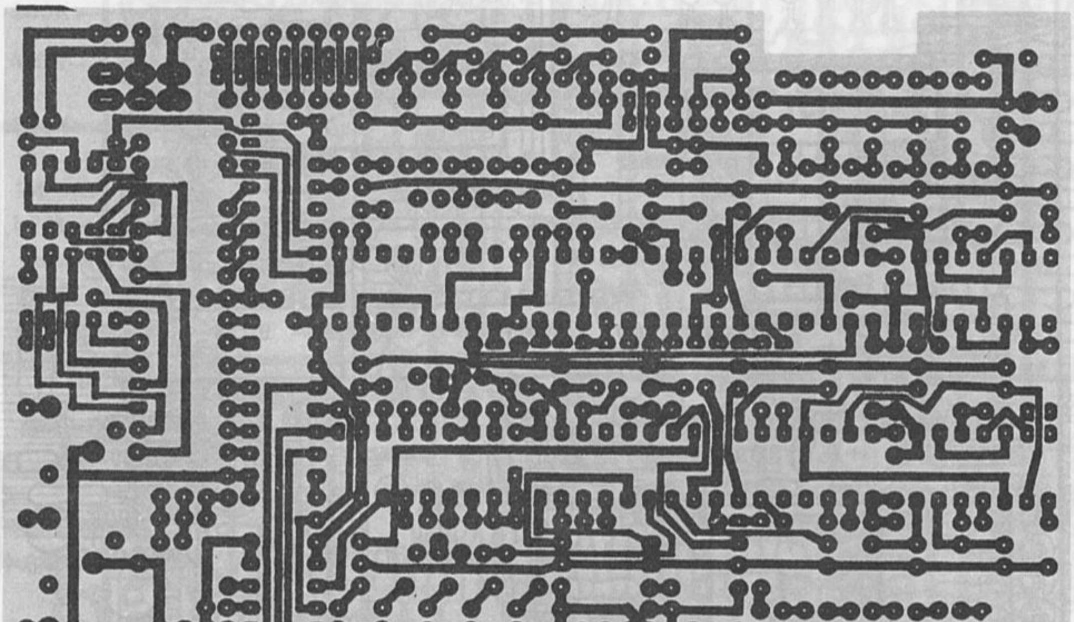
콘덴서(내압은 10V 이상)
- 0.0022μF(마일러) ················ 1
- 0.0047μF(마일러) ················ 3
- 0.01μF(마일러) ·················· 1
- 0.01μF(폴리카아보네이트) ········ 6
- 0.022μF(폴리카아보네이트) ······· 1
- 0.047μF(폴리카아보네이트) ······· 4
- 0.068μF(폴리카아보네이트) ······· 1
- 0.1μF(폴리카아보네이트) ········· 2
- 0.01μF(세라믹) ·················· 1
- 0.33μF 35V (딥 탄탈 전해) ······· 1
- 0.47μF 35V((딥 탄탈 전해) ······· 1
- 2.2μF 16V (딥 탄탈 전해) ········ 3
- 3.3μF 16V (딥 탄탈 전해) ········ 1
- 10μF 16V (딥 탄탈 전해) ········· 1
- 47μF 10V (지름 7㎜ 이하의 대용량) ·· 1

압전 버저 ························· 1
슬라이드 스위치(높이 8㎜짜리) ······ 1
키이 스위치 320-00(페트릭) ········· 1
　　　　　　320-22(페트릭) ········· 3
감광기판 12K(100×150㎜) ············ 2
건전지 FC-1 ························ 1
전지 스냅 FC-1용 ··················· 1
스페이서 8㎜ ······················· 4
　　　　10㎜(양 끝에 나사 있는 것) ··· 1
접시머리 나사(M3 30㎜) ············· 2
　　　　(M2 5㎜) 슬라이드 스위치용 ··· 2
　　　　밑뚜껑용 ··················· 4
평나사(M3 12㎜) ···················· 1
너트(M3) ··························· 5
그 밖에 압전버저 고정용이 필요
아크릴판(2㎜ 두께) ([그림 21] 참조) ··· 1
단심 코오드(점퍼선용) ·············· 10m
배선용 코오드 ······················ 2m
16P 코넥터 ························· 1
IC 소켓 16P ························ 1
기타 도료, 인스턴트 레터링 등

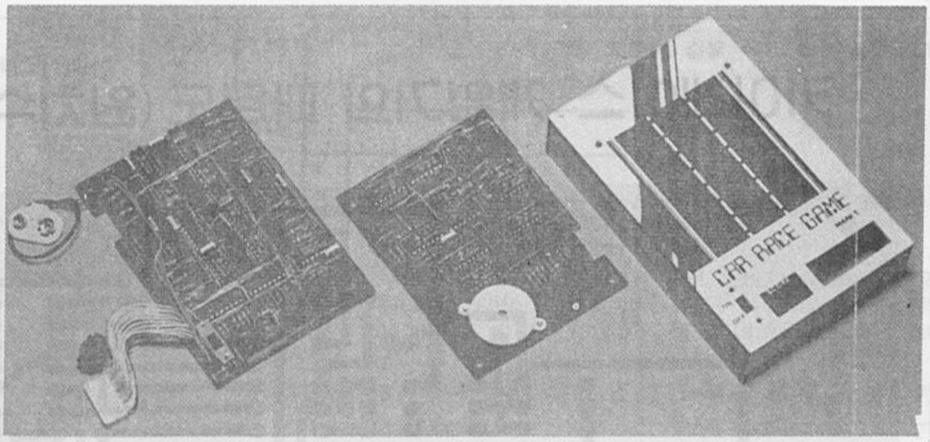
카아레이스 게임기의 패턴도(원치수)

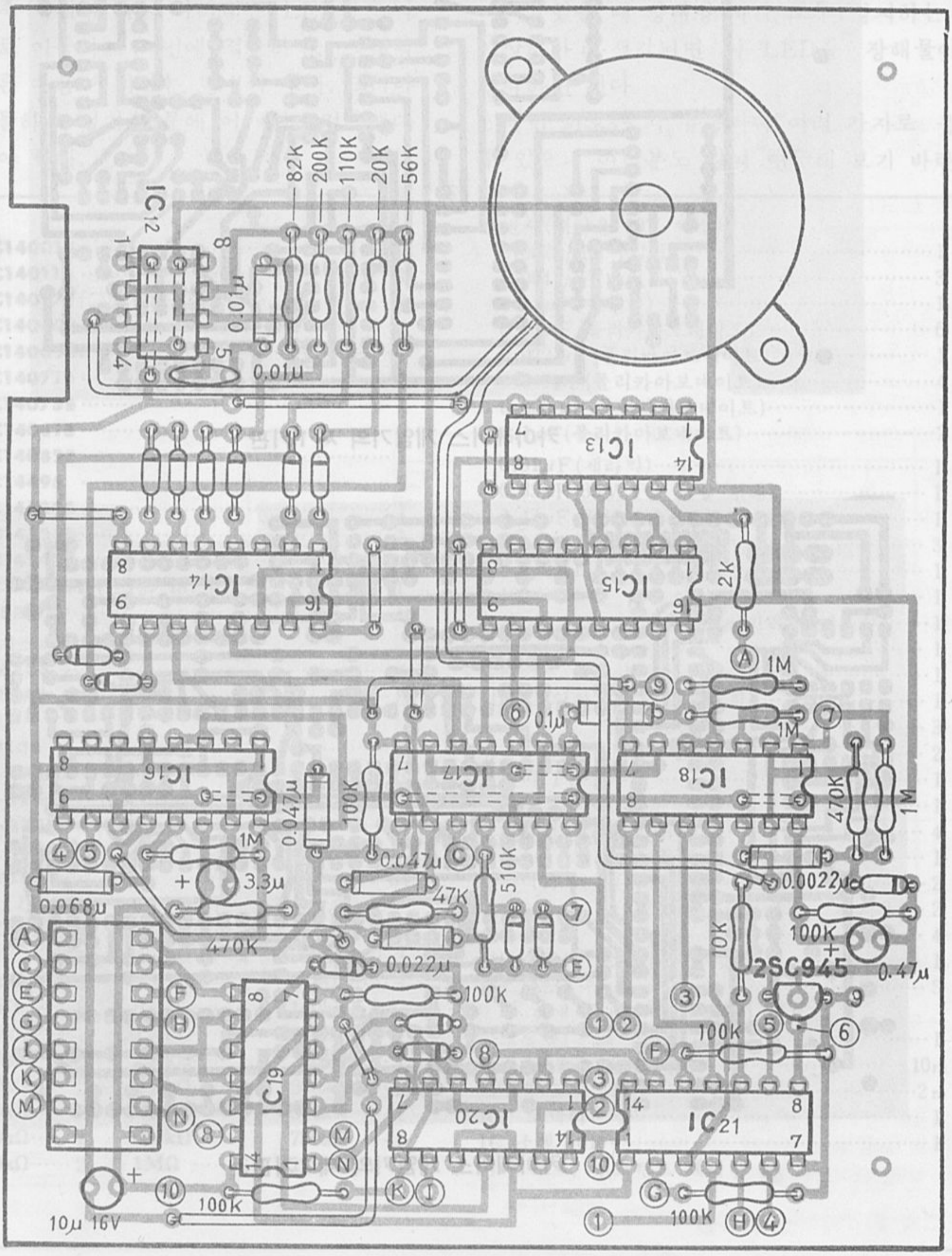


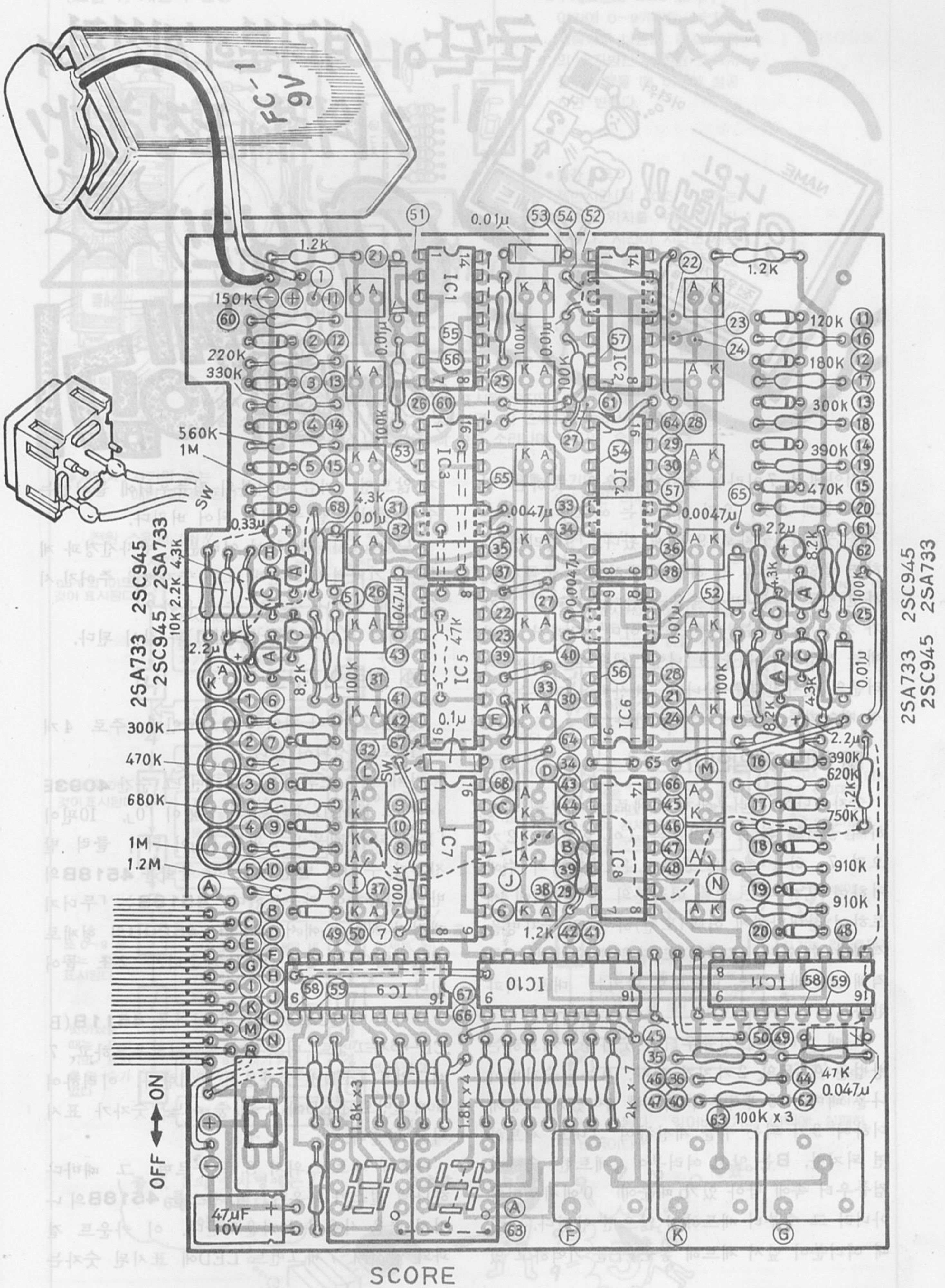
카아레이스 게임기의 제 1기판



카아레이스 게임기의 제 2기판


CAR RACE GAME


IC12
IC13
IC14
IC15
IC16
IC17
IC18
IC19
IC20
IC21
82K
200K
110K
20K
56K
0.01μ
2K
1M
0.1μ
470K
100K
0.047μ
510K
47K
3.3μ
0.068μ
0.0022μ
0.022μ
10K
2SC945
0.47μ
10μ 16V


FC-1
9V
SW
1.2K
150K
220K
330K
560K
1M
0.33μ
2SC945
2SA733
4.3K
2.2K
10K
2.2μ
8.2K
100K
300K
470K
680K
1M
1.2M
0.01μ
0.0047μ
0.047μ
0.1μ
47K
4.3K
IC1
IC2
IC3
IC4
IC5
IC6
IC7
IC8
IC9
IC10
IC11
1.2K
120K
180K
300K
390K
470K
620K
750K
910K
2SC945
2SA733
1.8K x 3
1.8K x 4
2K x 7
100K x 3
47K
0.047μ
OFF ON
47μF
10V
SCORE

숫자군단이 여러분의 계산력과 기억력에 도전한다! 9(나인) 어택게임기



서양에서 7이라는 숫자가 행운을 뜻하는 것으로 통해 오듯, 우리 사회에는 예로부터 많은 것을 뜻하는 숫자로 9를 써 왔다. 「9만리장천」하면 끝없이 높고 먼 하늘을 뜻하고, 「구곡간장」하면 깊고 깊은 마음속을 말한다. 그리고 필자가 가장 좋아하는 숫자도 9이다. 그래서 이번에는 게임의 이름을 9(나인) 어택으로 하여 여러분의 반사신경뿐 아니라, 계산력을 겨루는 지적 게임기를 만들어 보기로 한다.

◈ 어떤 게임인가?

숫자군단이 여러분에게 차례로 숫자병을 파병하여 공격해 온다. 여러분은 1이 오면 8, 2가 오면 7, 하는 식으로 공격해 온 숫자병의 수에 더하여 9가 되는 수를 여러분의 컴퓨우터에 세트하여 상대방에게 어택(도전)하면 그 숫자병을 격멸할 수 있다. 그러면 또 다음의 숫자병이 공격해 오는데, 같은 요령으로 닥치는 대로 격파한다.

그 때 여러분이 컴퓨우터에 숫자를 세트하는 방법은 **A**, **B**의 2가지가 있다. **A**는 숫자병이 나올 때마다 0에서부터 세트할 수 있기 때문에 더하여 9가 되는 수를 계산하여 그대로 세트하면 되지만, **B**는 앞서 여러분이 세트한 숫자가 컴퓨우터 속에 남아 있기 때문에 0에서부터가 아니라 그 수부터 세트하지 않으면 안된다. 이 때 여러분이 앞서 세트해 놓은 수를 기억하고 있지 않으면, 지금 여러분의 컴퓨우터에 들어있는 수가 몇인지 알 수 없게 되어 버린다.

그런데, 이렇게 하여 여러분의 반사신경과 계산력, 기억력에 도전해 오는 숫자병을 주어진 시간 내에 몇이나 격파할 수 있을까?

실제의 게임에서는 〔그림 1〕과 같이 된다.

◈ 회로의 구조

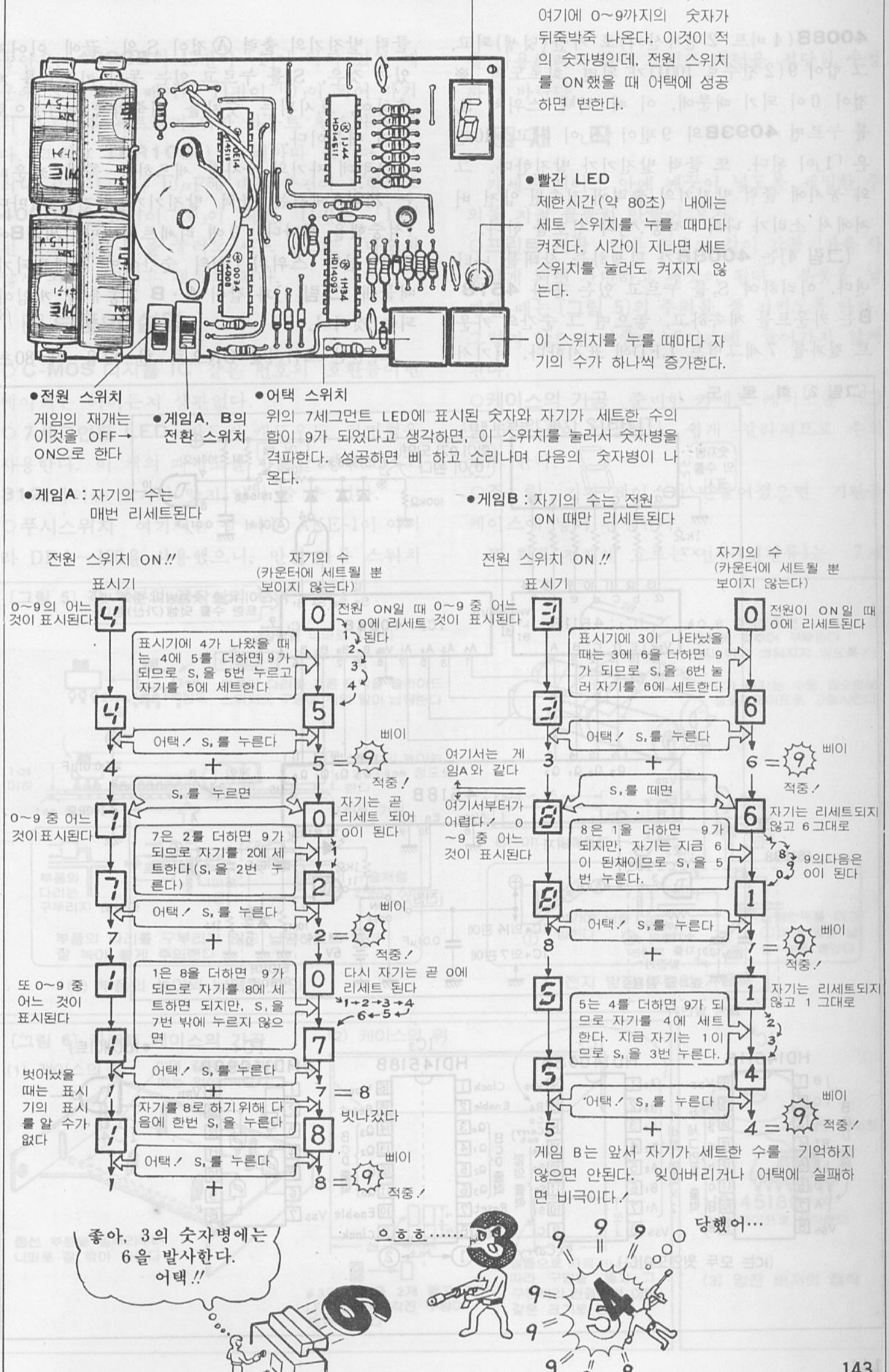
〔그림 2〕가 이 게임의 회로도인데, 주로 4개의 IC로 구성되어 있다.

먼저 전원 스위치를 ON하면 그 순간 **4093B**(시미트 NAND 게이트)의 8핀이 「0」, 10핀이 「1」이 되기 때문에 2핀도 「1」이 되어 클럭 발진기가 수 kHz 발진한다. 이 클럭을 **4518B**의 반을 사용하여 카운트한다. **4518B**는 「두더지 때리기 게임기」에서 사용한 **4520B**의 형제로서 〔그림 3〕과 같은 BCD 카운터가 2조 들어 있다.

그리고 이 IC로 카운트한 결과를 **4511B**(BCD→7세그먼트 디코우더)로 디코우드하고, 7세그먼트 LED에 숫자로서 표시한다. 이리하여 7세그먼트 LED에 0~9 중 어느 숫자가 표시되어 멈춘다.

다음에 세트 스위치 S_1을 누르면 그 때마다 하나씩 펄스가 나온다. 이 펄스를 **4518B**의 나머지 반을 사용하여 카운트한다. 이 카운트 결과와 앞서의 7세그먼트 LED에 표시된 숫자는

〔그림 1〕 게임의 설명



●7세그먼트 LED 표시기
여기에 0~9까지의 숫자가 뒤죽박죽 나온다. 이것이 적의 숫자병인데, 전원 스위치를 ON했을 때 어택에 성공하면 변한다.
●빨간 LED
제한시간(약 80초) 내에는 세트 스위치를 누를 때마다 켜진다. 시간이 지나면 세트 스위치를 눌러도 켜지지 않는다.
이 스위치를 누를 때마다 자기의 수가 하나씩 증가한다.
●전원 스위치
게임의 재개는 이것을 OFF→ON으로 한다
●게임A, B의 전환 스위치
●어택 스위치
위의 7세그먼트 LED에 표시된 숫자와 자기가 세트한 수의 합이 9가 되었다고 생각하면, 이 스위치를 눌러서 숫자병을 격파한다. 성공하면 삐 하고 소리나며 다음의 숫자병이 나온다.
●게임A : 자기의 수는 매번 리세트된다
●게임B : 자기의 수는 전원 ON 때만 리세트된다
전원 스위치 ON!!
표시기
자기의 수 (카운터에 세트될 뿐 보이지 않는다)
0~9의 어느 것이 표시된다
4
0
전원 ON일 때 0에 리세트
1 2 3 4 된다
표시기에 4가 나왔을 때는 4에 5를 더하면 9가 되므로 S_1을 5번 누르고 자기를 5에 세트한다
4
5
어택! S_2를 누른다
4 + 5 = 9 삐이
적중!
S_1를 누르면
0~9 중 어느 것이 표시된다
7
0
자기는 곧 리세트 되어 0이 된다
7은 2를 더하면 9가 되므로 자기를 2에 세트한다(S_1을 2번 누른다)
1
7
2
어택! S_2를 누른다
7 + 2 = 9 삐이
적중!
또 0~9 중 어느 것이 표시된다
1
0
다시 자기는 곧 0에 리세트 된다
1은 8을 더하면 9가 되므로 자기를 8에 세트하면 되지만, S_1을 7번 밖에 누르지 않으면
1→2→3→4 6←5
1
7
어택! S_2를 누른다
1 + 7 = 8
빗나갔다
벗어났을 때는 표시기의 표시를 알 수가 없다
자기를 8로 하기위해 다음에 한번 S_1을 누른다
8
어택! S_2를 누른다
+ 8 = 9 삐이
적중!
좋아, 3의 숫자병에는 6을 발사한다. 어택!!
으흐흐……
여기서는 게임A와 같다
여기서부터가 어렵다! 0~9 중 어느 것이 표시된다
전원 스위치 ON!!
표시기
자기의 수 (카운터에 세트될 뿐 보이지 않는다)
3
0
전원이 ON일 때 0에 리세트된다
표시기에 3이 나타났을 때는 3에 6을 더하면 9가 되므로 S_1을 6번 눌러 자기를 6에 세트한다
3
6
어택! S_2를 누른다
3 + 6 = 9 삐이
적중!
S_1를 떼면
8
6
자기는 리세트되지 않고 6 그대로
8은 1을 더하면 9가 되지만, 자기는 지금 6이 된채이므로 S_1을 5번 누른다.
7 8 9 0
9의다음은 0이 된다
8
1
어택! S_2를 누른다
8 + 1 = 9 삐이
적중!
5
1
자기는 리세트되지 않고 1 그대로
5는 4를 더하면 9가 되므로 자기를 4에 세트한다. 지금 자기는 1이므로 S_1을 3번 누른다.
2 3
5
4
어택! S_2를 누른다
5 + 4 = 9 삐이
적중!
게임 B는 앞서 자기가 세트한 수를 기억하지 않으면 안된다. 잊어버리거나 어택에 실패하면 비극이다!
당했어…

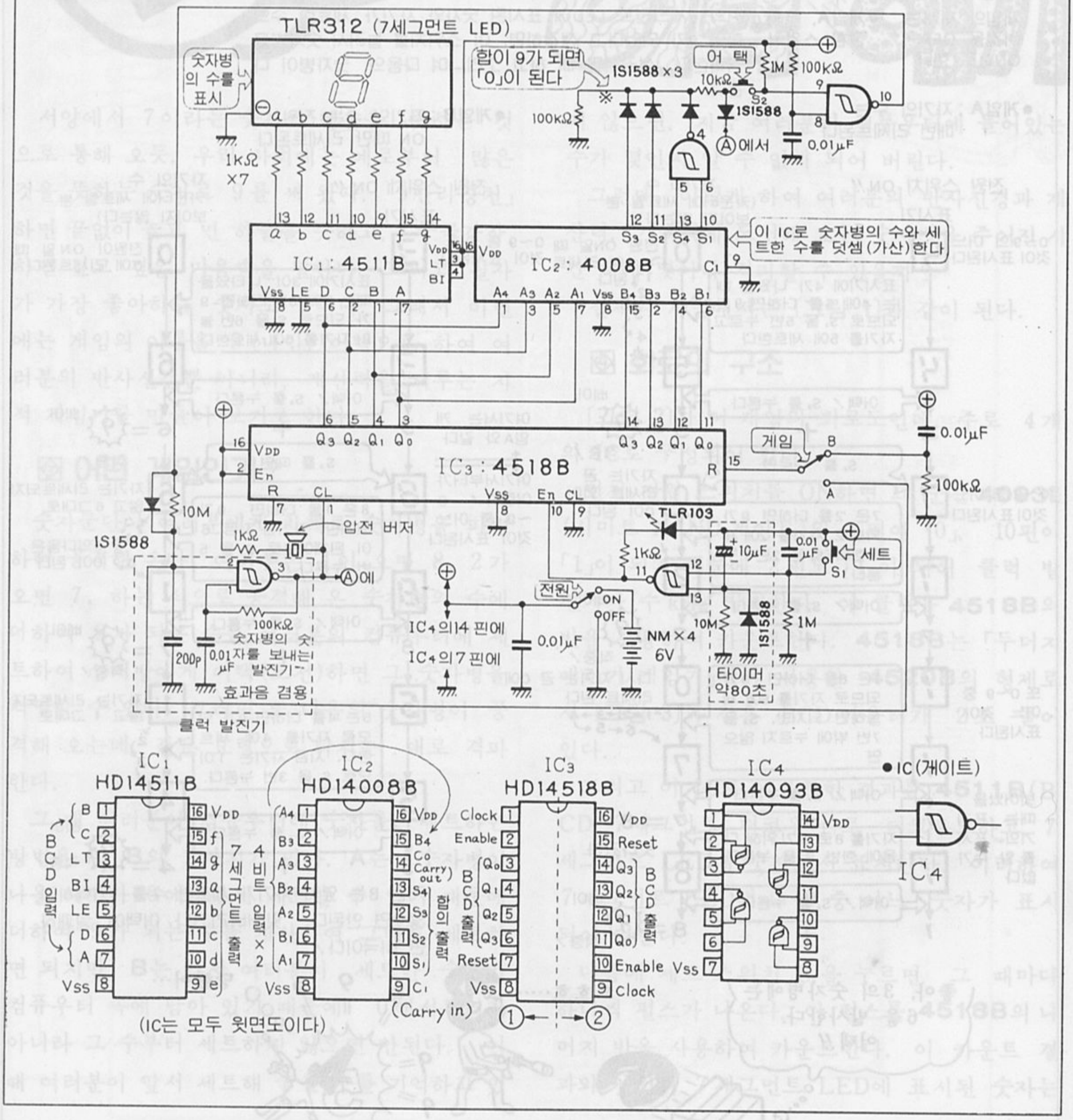
4008B(4 비트 2 진가산기)로 가산(덧셈)되고, 그 합이 9(2 진수로 1001)가 되면 회로도의 ※점이 0이 되기 때문에, 이 때 어택 스위치 S_2를 누르면 **4093B**의 9 핀이 「0」이 되고, 10핀은 「1」이 된다. 또 클럭 발진기가 발진한다. 그와 동시에 클럭 발진기의 출력에 접속된 압전 버저에서 소리가 나와 「적중!」의 신호를 한다.

〔그림 4〕는 **4008B**가 덧셈하는 상태를 나타낸다. 이리하여 S_2를 누르고 있는 동안 **4518B**는 카운트를 계속하고, 놓으면 그 순간의 카운트 결과를 7 세그먼트 LED에 표시한다. 여기서 클럭 발진기의 출력 Ⓐ점이 S_2의 끝에 이어져 있는 것은, S_2를 누르고 있는 동안 카운트를 계속하여, 표시되는 숫자를 뒤죽박죽(난수)으로 했기 때문이다.

그런데 자기의 숫자를 세트하는 쪽의 카운터는 **게임A**에서는 클럭 발진기가 발진할 때마다 (적중했을 때마다) 0 에 리세트되지만, **게임B**에서는 전원 스위치 ON의 순간에만 리세트되기 때문에 〔그림 1〕과 같이 **A · B** 2 종류의 게임이 되는 것이다.

또 전원 스위치를 ON으로 한 다음 약 80초

〔그림 2〕 회 로 도



동안은, **4093B**의 13핀이 「1」이 되어 있기 때문에 S_1을 누를 때마다 11핀이 「0」이 되어 자기의 카운터를 세트하기 위한 카운트 펄스가 나온다. 그리고 **TLR103**이 그 때마다 켜진다. 그러나 시간이 지나 10μF에 대한 충전이 진행되고 **4093B**의 13핀이 「0」이 되면, 11핀은 「1」이 된 채로 있어 S_1을 눌러도 세트 펄스는 나오지 않게 되며, 게임은 세트가 된다.

부품의 설명

○ **C-MOS 디지틀 IC** 같은 번호의 호환품이면 메이커는 어디든지 상관없다.

○ **7 세그먼트 LED** 반드시 캐도우드 코먼형을 사용한다. 이 책의 패턴도를 사용할 경우, **TLR 312** 이외는 크기가 맞지 않아 쓸 수 없다.

○ **푸시스위치** 여기서는 잘 아는 AKE-1이 아니라 DP 1 — 120을 사용했으니, 만일 다른 스위치를 사용하려고 하면 프린트 패턴을 적당히 수정하기 바란다.

제 작

카세트 케이스 안에 깨끗이 넣도록 세밀한 주의를 지켜 꼼꼼히 만들어 보자.

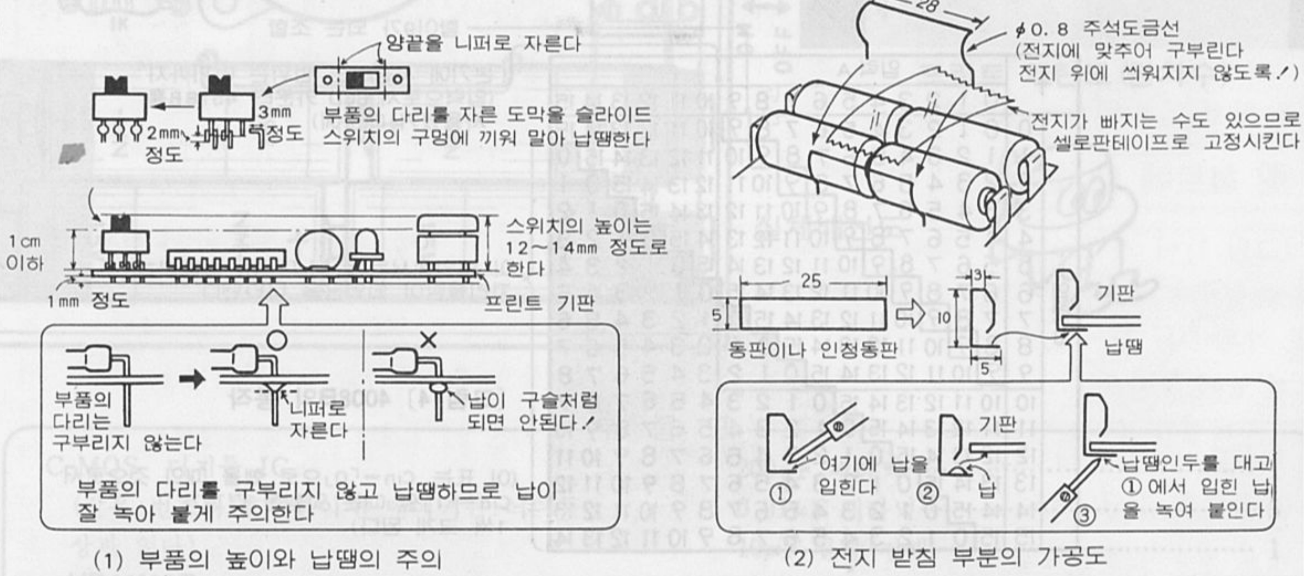
○ **프린트 기판** 다른 경우와 같이 감광기판을 사용하게 되면 간단하고 깨끗이 된다. 부품을 납땜할 때는 〔그림 5〕의 주의를 꼭 지키도록 하자. 그렇지 않으면 나중에 케이스에 들어가지 않게 된다.

○ **케이스의 가공** 준비한 카세트 케이스를 〔그림 6〕과 같이 가공한다. 쉽게 갈라지므로 주의해야 한다.

○ **조 립** 기판 케이스가 만들어졌으면 기판을 케이스에 넣어 완성한다.

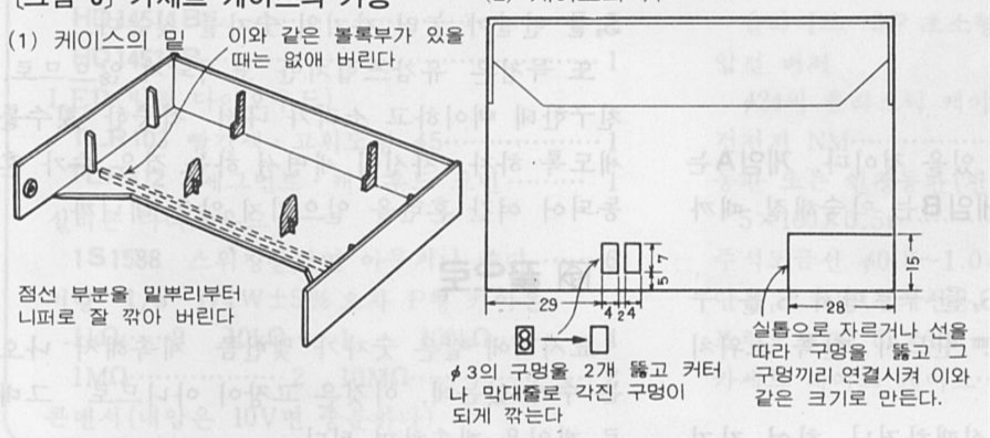
또 회로 전체에 흐르는 전류(전전류)는 7 세

〔그림 5〕 각 부분의 공작상의 주의



(1) 부품의 높이와 납땜의 주의 (2) 전지 받침 부분의 가공도

〔그림 6〕 카세트 케이스의 가공





(3) 압전 버저의 접착

〔그림 3〕 4518B와 4520B의 비교

입력 카운트 펄스수	4518B 출력 Q3	Q2	Q1	Q0		4520B 출력 Q3	Q2	Q1	Q0	
0	0	0	0	0	←리세트 상태	0	0	0	0	←리세트 상태
1	0	0	0	1		0	0	0	1	
2	0	0	1	0		0	0	1	0	
3	0	0	1	1		0	0	1	1	
4	0	1	0	0		0	1	0	0	
5	0	1	0	1		0	1	0	1	
6	0	1	1	0		0	1	1	0	
7	0	1	1	1		0	1	1	1	
8	1	0	0	0		1	0	0	0	
9	1	0	0	1		1	0	0	1	
10	0	0	0	0	←10번째마다의 펄스로 리세트 된다	1	0	1	0	
11	0	0	0	1		1	0	1	1	
12	0	0	1	0		1	1	0	0	
13	0	0	1	1		1	1	0	1	
14	0	1	0	0		1	1	1	0	
15	0	1	0	1		1	1	1	1	
16	0	1	1	0		0	0	0	0	←16번째 마다의 펄스로 리세트 상태가 된다
17	0	1	1	1		1	1	1	1	
	BCD 카운터					4비트 2진 카운터				

합이 9가 되는 조합

표시기의 숫자	자기의 카운터에 세트된 수
0 (0000)	9 (1001)
1 (0001)	8 (1000)
2 (0010)	7 (0111)
3 (0011)	6 (0110)
4 (0100)	5 (0101)
5 (0101)	4 (0100)
6 (0110)	3 (0011)
7 (0111)	2 (0010)
8 (1000)	1 (0001)
9 (1001)	0 (0000)

+ (입력 B \ 입력 A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6
8	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7
9	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

합이9가 되는 조합

본기에 사용하는 범위는 여기까지 (입력으로서 BCD 카운터 4518B를 사용했기 때문에)

이 범위에서는 C_o에 「1」이 출력되고, 자리올림이 되었음을 나타낸다

〔그림 4〕 4008B의 동작

(이 표는 Cin=「0」으로 했을 때의 것으로서 Cin=「1」일 때는 덧셈한 결과가 1씩 크게 된다)

그먼트 LED를 사용했기 때문에 약간 많은 20 mA 정도가 된다.

◈ 게임하는 법

〔그림 1〕을 보면 알 수 있을 것이다. **게임A**는 좀 간단할지 모르지만, **게임B**는 익숙해질 때까지 꽤 벅찰 것이다.

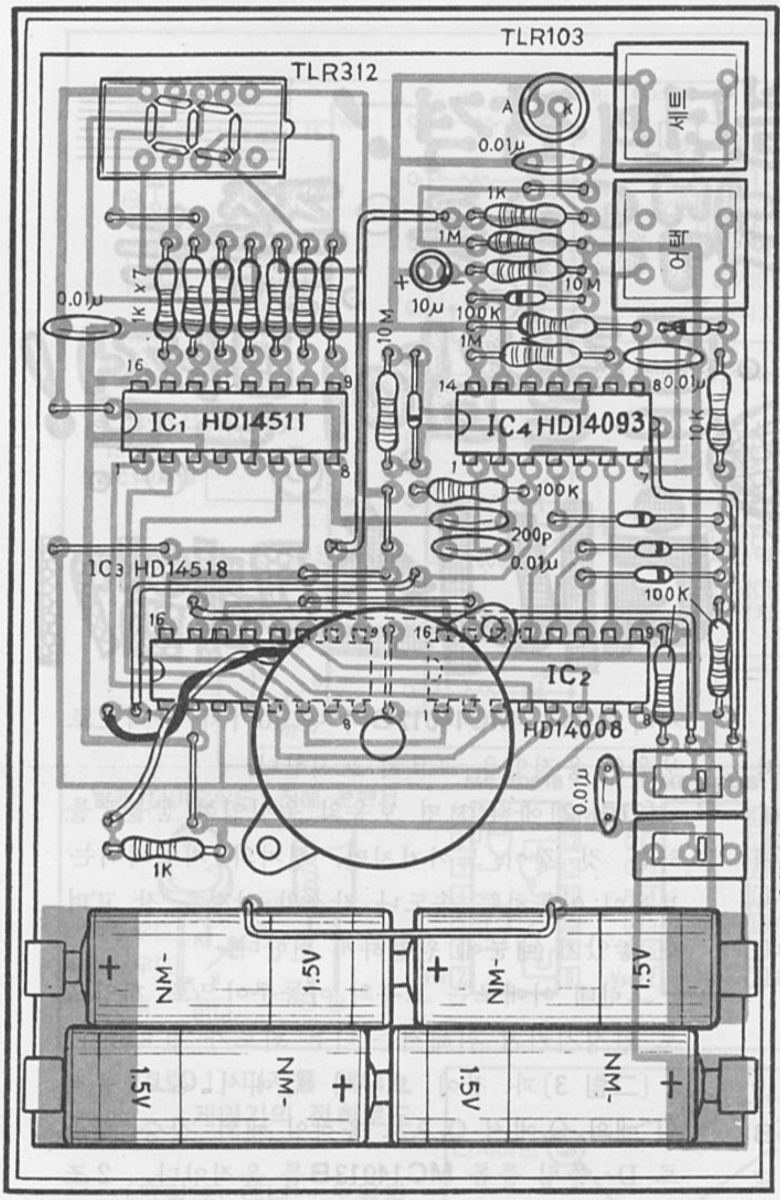
실제로 게임을 할 때 S_2를 누르면서 S_1을 누르는 것은 반칙으로 한다. 반드시 한쪽 스위치를 누르도록 하자.

만일 도중에서 어택에 실패하거나 하여 자기가 세트해 놓은 숫자를 알 수 없게 되면, S_1과 S_2를 번갈아 눌러 자기의 숫자를 찾는다.

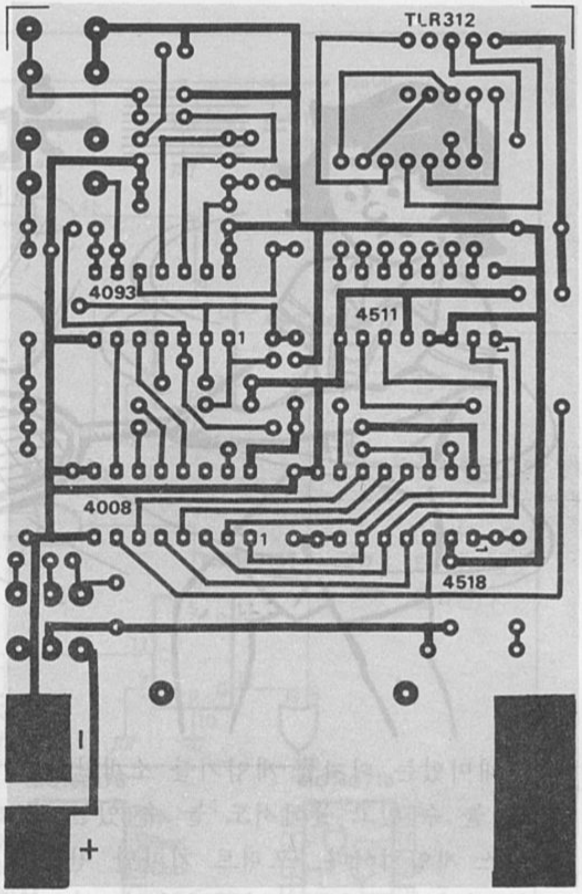
또 득점은 유감스럽지만 표시되지 않으므로, 친구한테 삐이하고 소리가 나서 적중한 횟수를 세도록 하자. 자신이 세면서 하는 것은 수가 혼동되어 여간 혼란을 일으키지 않을 테니까.

◈ 끝으로

표시기에 같은 숫자가 몇번쯤 계속해서 나오는 수가 있는데, 이것은 고장이 아니므로 그대로 게임을 계속하면 된다.



실체배선도



프린트 패턴도(원치수)



부 품 표

C-MOS 디지틀 IC
(같은 번호의 호환품이면 메이커는 어디든 상관 없다)
- HD14008B ···················· 1
- HD14093B ···················· 1
- HD14511B ···················· 1
- HD14518B ···················· 1

LED(발광 다이오우드)
- TLR103 빨간색 · 고휘도형 φ5 ············ 1
- TLR312 7 세그먼트 · 캐도우드 코먼 ········ 1

실리콘 다이오우드
- 1S1588 스위칭용이면 아무거나 좋다 ······ 6

저항 1/8~1/4 W±5% 오차 P형 카아본
- 1kΩ······9 10kΩ······1 100kΩ············ 4
- 1MΩ················ 2 10MΩ··················· 2

콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
- 200pF 세라믹 ························ 1
- 0.01μF 세라믹 ························ 5
- 10μF 탄탈 전해 ························ 1

스위치
- 푸시 DP-1-120(B와 C를 각 1) ·········· 2
- 슬라이드 3P 초소형 ···················· 2

압전 버저
- φ24의 플라스틱 케이스에 든 소형 ··········· 1

건전지 NM ································ 4

동판 또는 인청동판(전지 받이용)
- 5×100×0.5t ························· 1

주석도금선 φ0.8~1.0(전지 고정용) ·········· 6 cm

단심 코오드(점퍼선용) ······················ 20cm

프린트 기판 65×100 mm ······················ 1

카세트 테이프 케이스 ························ 1

윔블던의 감격! 백구를 쫓는 드릴감이 만점! 테니스 게임기



재미있는 디지틀 게임기를 소개한다. 혼자서도 놀 수 있고 둘이서도 놀 수 있는 즐거운 테니스 게임기이다. 프린트 기판만 만들면 나머지는 간단한 공작으로 완성시킬 수 있으므로 여러분도 한번 도전해 보기 바란다.

◎ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 게임기의 회로도이다. 낯익은 10진 카운터와 디코우더가 한데 어울린 **MC14017B**가 기본이다. Q_0～Q_9까지 10의 출력단자를 교묘히 늘어 놓아 테니스 보올의 움직임을 콘트롤한다. 게임의 표시는 〔그림 2〕와 같이 되어 있다.

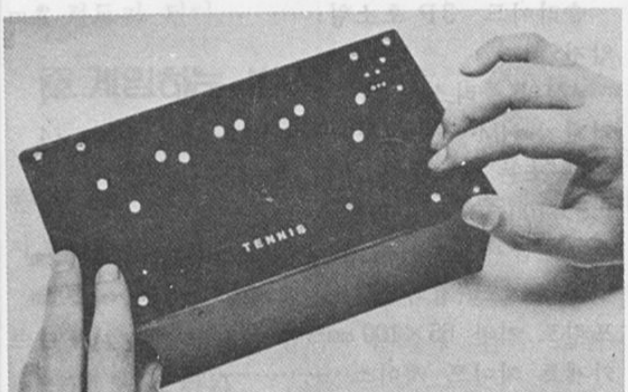
Q_2로 바운드한 보올은 Q_3로 리시이브된다. 또 반대쪽 코오너는 Q_7으로 바운드하고 Q_8으로 리시이브된다. **MC14017B**의 단 10가지 출력으로 보올의 움직임을 교묘히 표시한다.

〔그림 2〕에서 보면 보올의 움직임이 꿈틀꿈틀하는 것 같이 느껴지지만, 실지의 게임에서는 보올이 이동하는 속도나 장소의 연결을 잘 고려해 놓았기 때문에 원활하게 변한다.

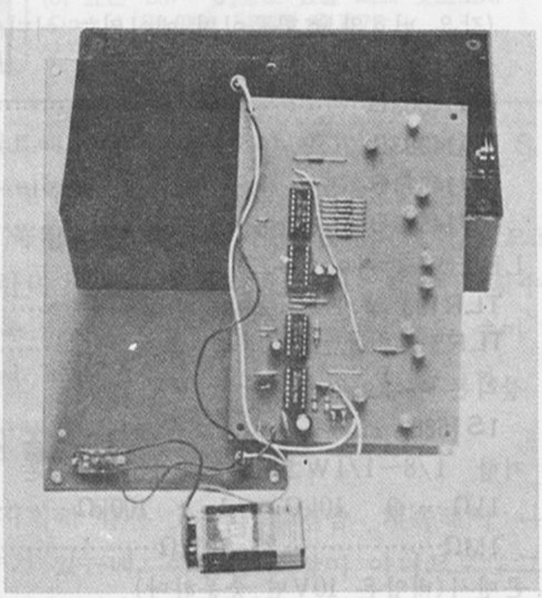
그런데 이대로는 보올의 이동뿐이므로 게임으로 완성시키기 위해서는 다른 회로가 필요하다.

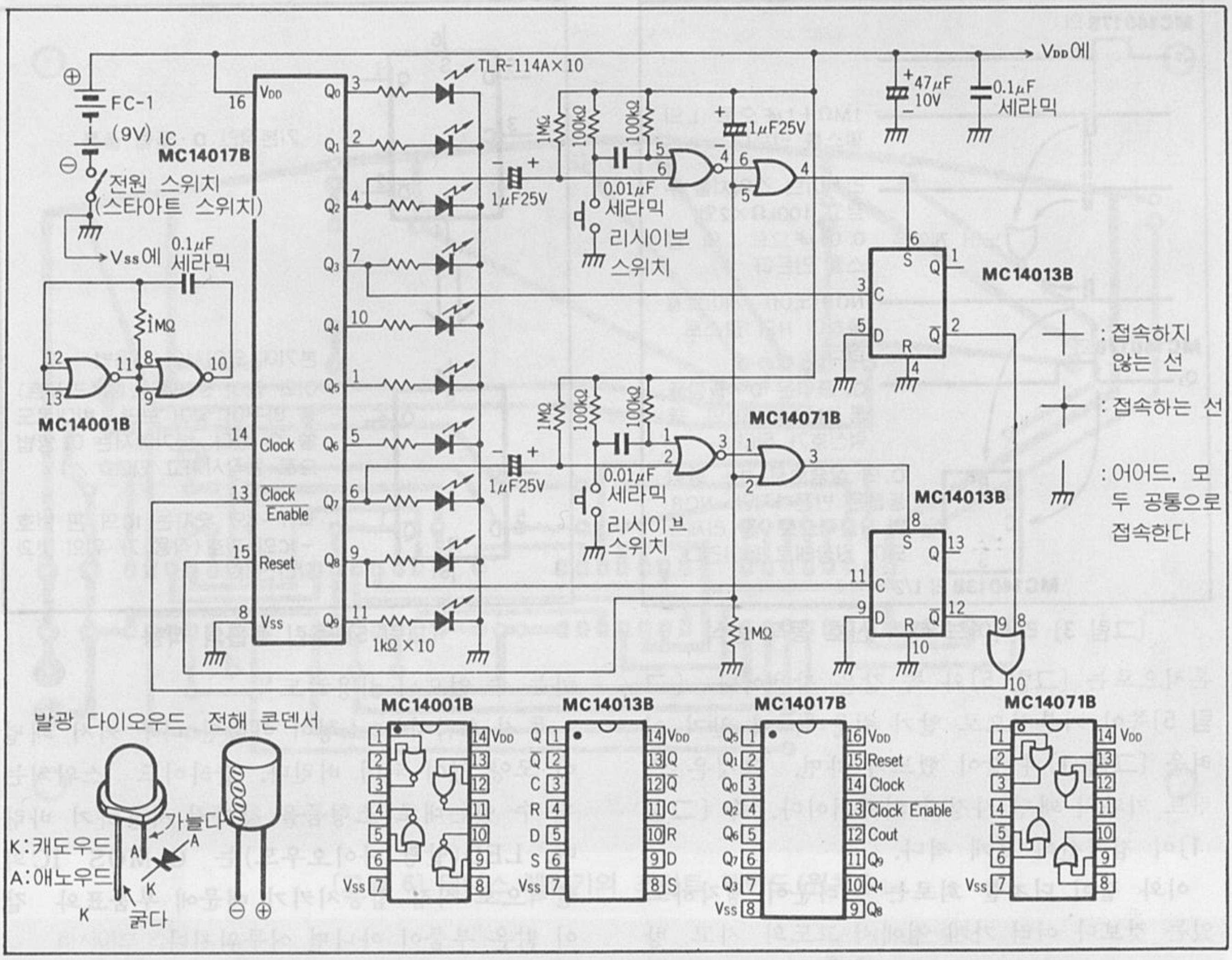
〔그림 3〕과 같이 보올이 Q_2에서 Q_3로 움직일 때와 Q_7에서 Q_8으로 움직일 때의 상승 펄스로 D·플립 플롭 **MC14013B**를 움직인다. 2조의 D·플립 플롭에서는 D입력이 L(로우)로 되

〔사진 1〕 본기의 외관



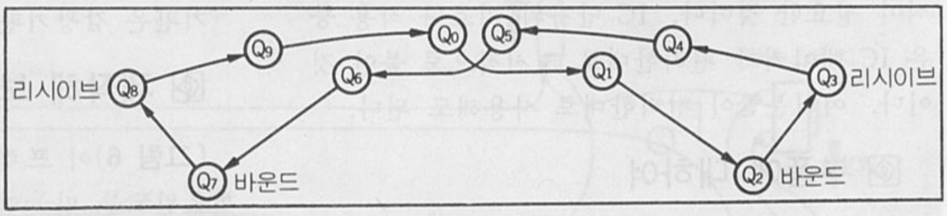
〔사진 2〕 1개의 기판에 마운트된 부품류





〔그림 1〕 디지틀 테니스 게임기의 전회로도

〔그림 2〕 테니스 보올의 동작 상태 ⇨



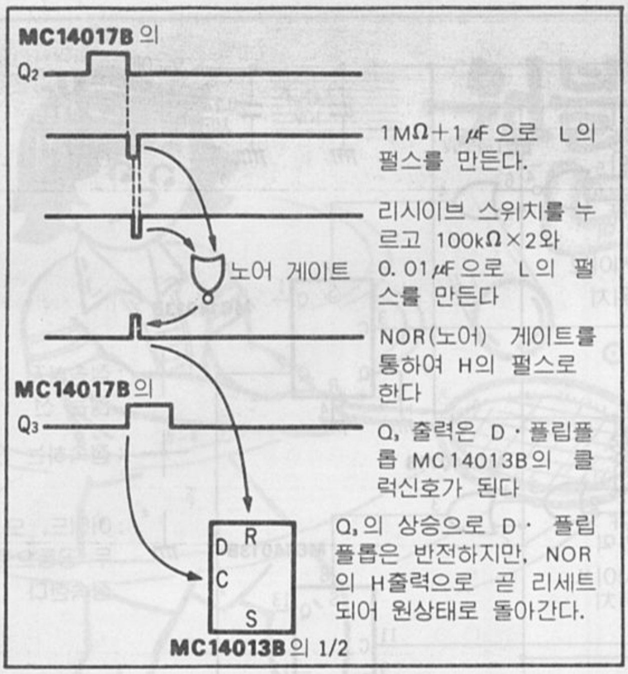
어 있기 때문에 클럭 신호가 들어오면 Q출력이 L이 되고, Q가 H(하이)로 된다. 이 H의 출력을 나중의 OR(오어) 게이트에서 모아 **MC14017B**의 클럭 이네이블에 전달하기 때문에 **MC14017B**는 카운트 동작을 정지한다.

〔그림 3〕에서 알 수 있는 바와 같이, 리시이브 스위치를 잘 누르면 Q^2출력을 기본으로 만든 짧은 펄스와, 리시이브 스위치를 눌러 만든 짧은 펄스가 NOR가 게이트를 통하여 H의 펄스가 되어D·플립 플롭을 세트한다. 때문에 Q_3 출력으로 원상 복귀된다. 이것으로 보올은 리시이브되어 상대방 코오너쪽으로 이동해 간다.

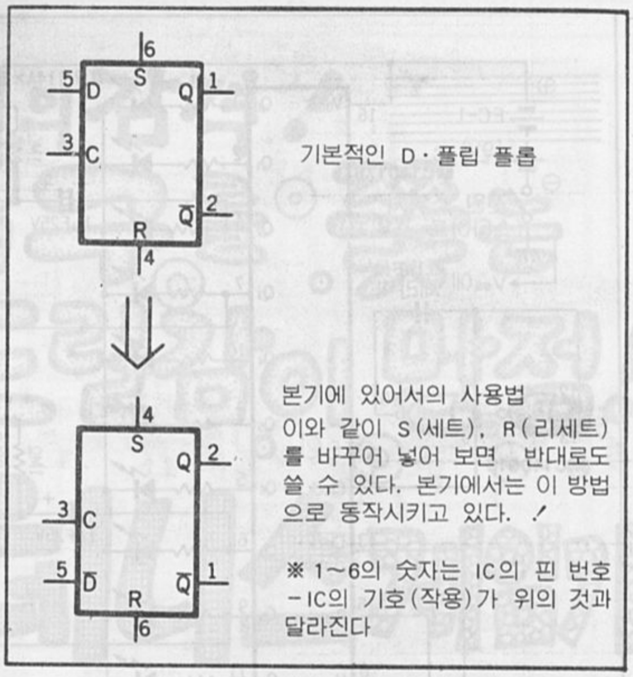
만일 리시이브의 타이밍이 나쁘면 Q_2 출력을 기본으로 해서 만든 L의 펄스와, 리시이브 스위치를 눌러 만든 L의 펄스 타이밍이 벗어나기 때문에 NOR 게이트를 통해도 H의 출력이 되지 않는다. 따라서 D·플립 플롭을 세트할 수 없으므로 Q_3출력으로 반전된 D·플립 플롭은 그대로이다. 그러므로 **MC14017B**의 클럭 이네이블 단자도 H로 된 그대로이기 때문에 **MC14017B**는 카운트 동작을 멈춘다.

이것으로 게임은 정지되어 버리는 것이다. 즉 리시이브 미스이다.

상대방 코오너쪽 리시이브도 같은 식으로 동작한다. NOR 게이트는 〔그림 4〕와 같이 하여 생각하면 명백히 알 수 있을 것이다. 또 한가지 여러분에게 이야기하는데, 〔그림 1〕의 회로도에서 D·플립 플롭의 작용을 알기 어렵겠지만, 이



〔그림 3〕 리시이브 때의 신호 동작 방식



〔그림 5〕 플립 플롭의 작용

론적으로는 〔그림 5〕와 똑 같은 작용이다. 〔그림 5〕쪽이 기본적으로 알기 쉬운데, 왜 알기 어려운 〔그림 1〕과 같이 했느냐 하면, 그것은 프린트 기판의 패턴 사정에 의해서이다. 즉 〔그림 1〕이 점퍼선이 2개 적다.

이와 같이 디지틀 회로는 여러분이 생각하고 있는 것보다 여러 가지 점에서 고도의 사고 방식이 필요한 것이다. IC 단자의 기호나 작용 등은 IC 메이커가 편리한대로 일시적으로 붙인 것이다. 여러분들이 편리한대로 사용해도 된다.

◎ 부품에 대하여

대체로 쉽게 입수할 수 있는 부품들이다. 지금까지의 작품과 기판을 패널에 고정시킬 것을 고려하여 나사로 고정시키는 방법을 취했다. 이 방법이 처음으로 하는 사람에게도 간단하다.

IC는 어느 메이커제라도 좋다. 콘덴서는 세라믹도 좋다. 저항의 마일러도 입수하기 쉬운 값이므로 문제가 없다. 패널의 아크릴판은 2㎜ 두께로서는 좀 약할 것 같아 불안하다.

새로 살 사람은 3㎜ 두께를 사기 바란다. 2㎜ 두께를 가지고 있는 사람은 하는 수 없으니 사용하도록.

푸시 스위치는 소형이 아니면 너무 커서 패널이 모양 없이 되어 버린다. 슬라이드 스위치는 될 수 있는대로 소형품을 찾아서 사용하기 바란다. LED(발광 다이오우드)는 C-MOS IC의 출력으로 직접 점등시키기 때문에 부품표와 같이 밝은 부품이 아니면 어두워진다.

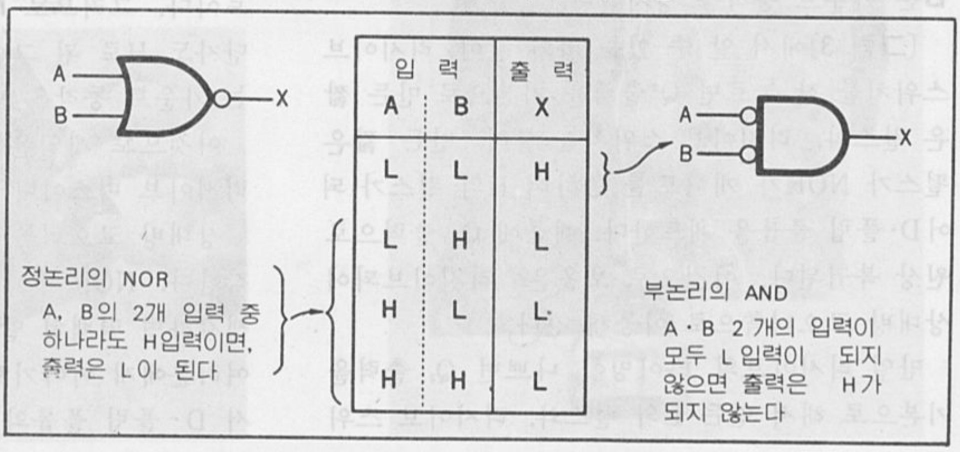
기판은 감광기판으로 만들었다.

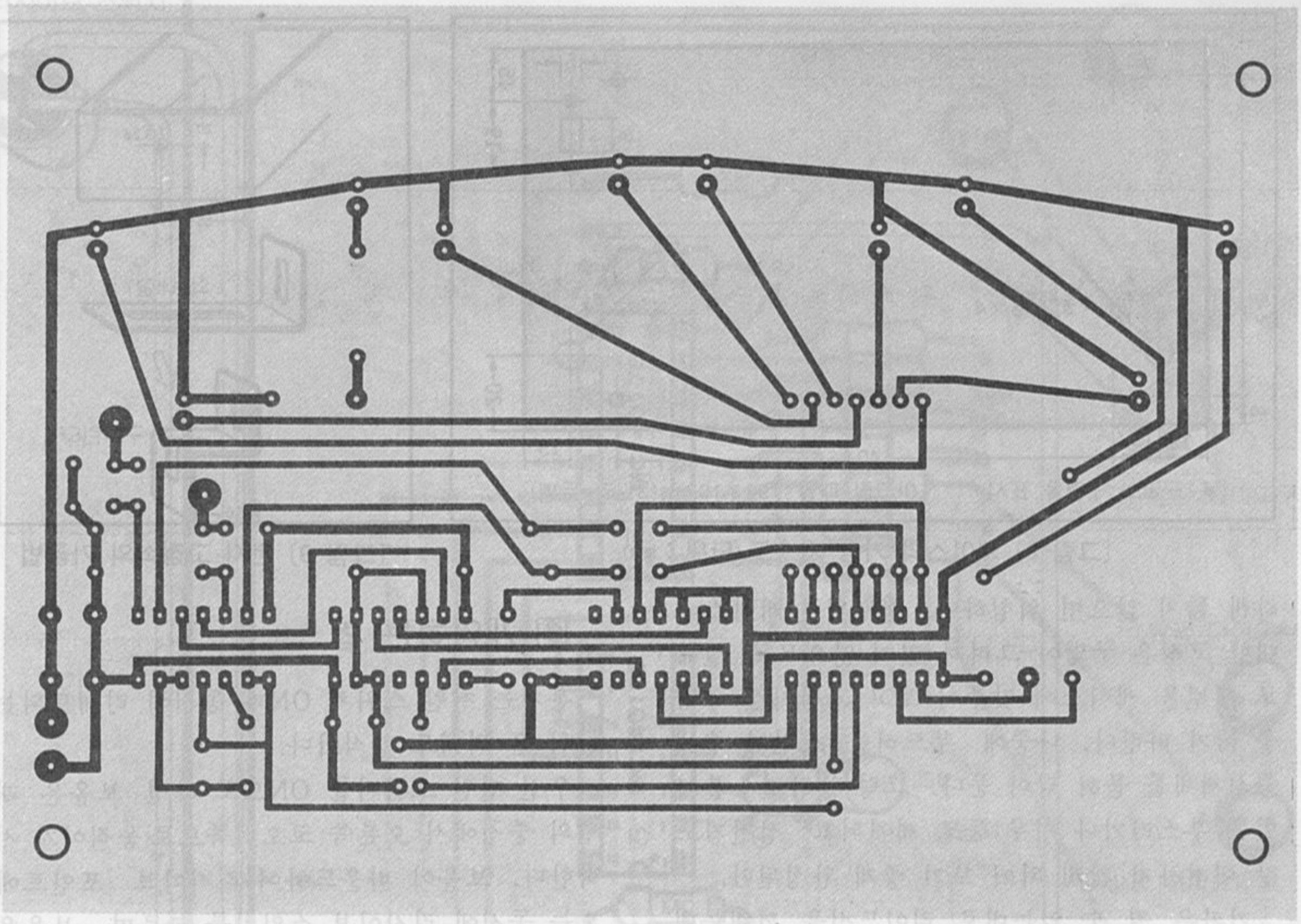
◎ 제작해 보자

〔그림 6〕이 프린트기판의 패턴이다. 복사하여 제2원도를 만들면 감광기판의 마스크지로서 쓸 수 있다.

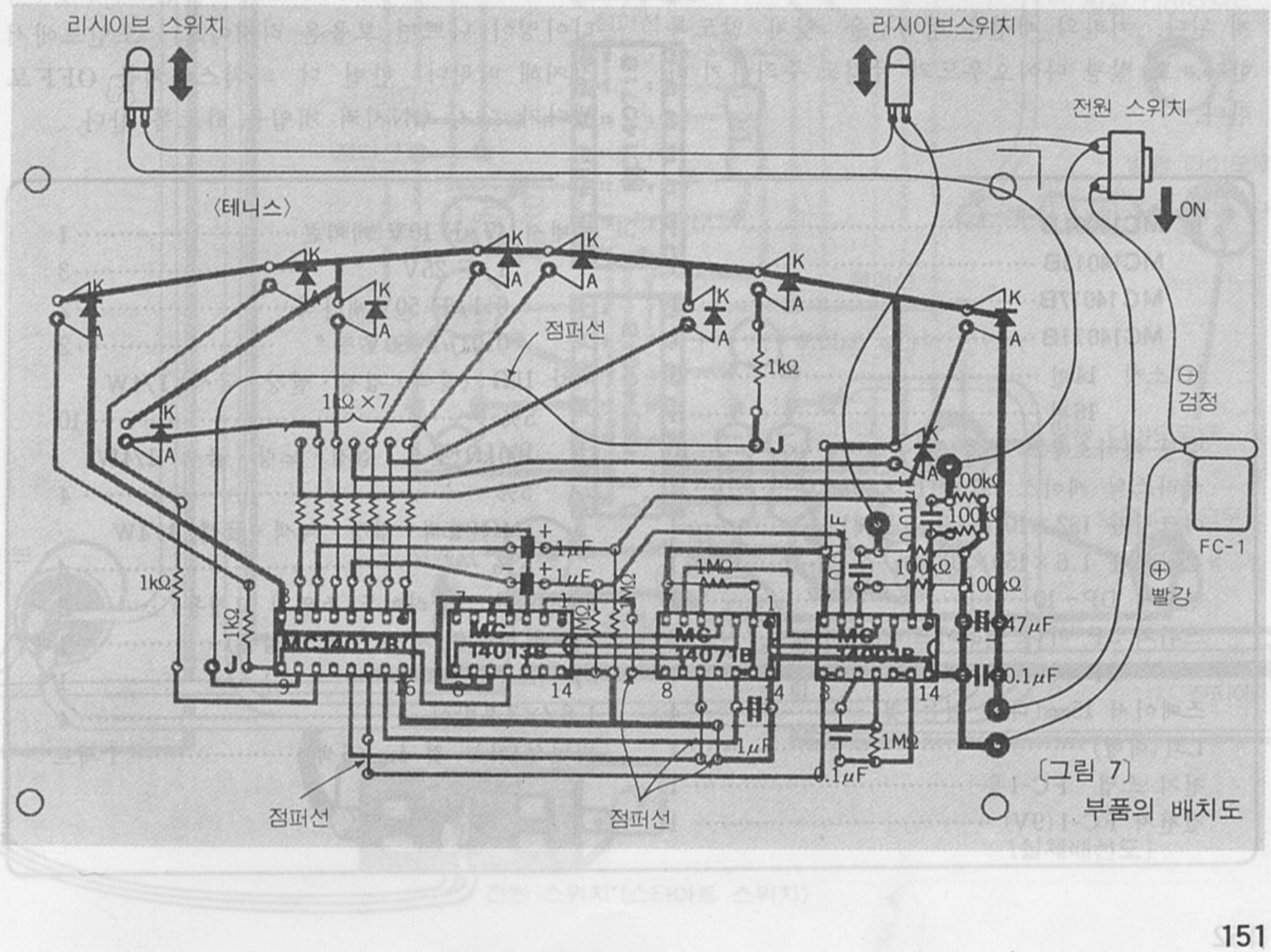
〔그림 8〕이 플라스틱 케이스와 아크릴 패널의 구멍 뚫기 그림이다. 아크릴 패널은 구멍을 정확

〔그림 4〕 NOR(노어) 게이트의 작용

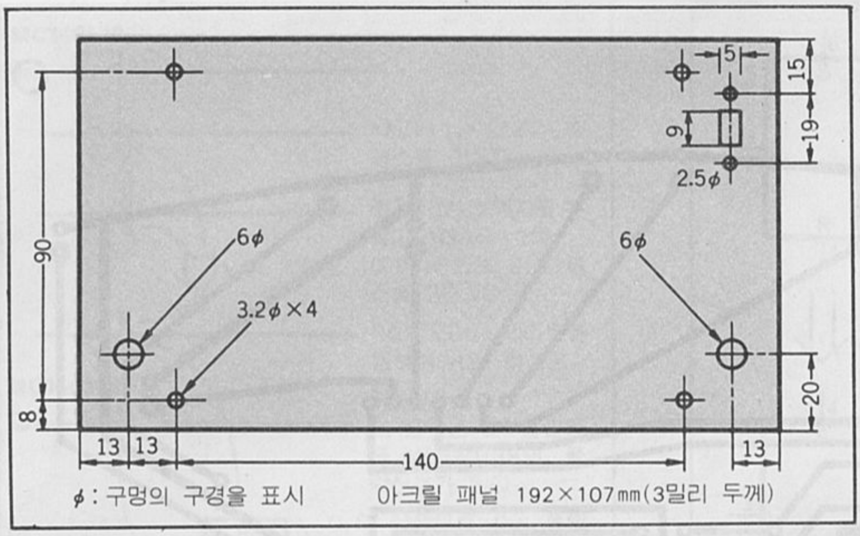




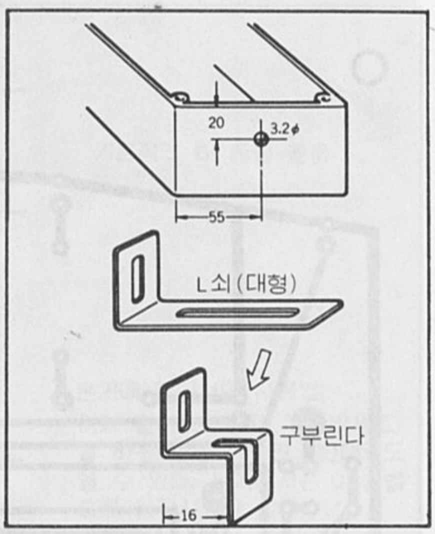
〔그림 6〕 테니스 게임기의 프린트 패턴도(원치수)



〔그림 7〕
부품의 배치도



〔그림 8〕 케이스의 가공 치수도(단위 : ㎜)



〔그림 9〕 전지 고정쇠의 가공법

하게 뚫지 않으면 위험하다. 패널의 케이스에 대한 고정은 구멍이 그려져 있지 않으므로, 실제로 패널을 케이스에 맞추어 보고 고정시킬 구멍을 뚫기 바란다. 나중에 부드러운 스펀지 솔에 중성세제를 묻혀 닦아 둔다. 그렇게 하면 붙어 있는 부스러기나 가루 등도 제거되고 정전기도 잘 대전하지 않게 되어 보기 좋게 완성된다.

기판은 될 수 있는대로 리이드선을 꺼내는데 있어서 필자와 같이 붙박이를 박아 두면 튼튼하게 된다. 기판의 배선은 점퍼선을 잊지 않도록 한다. 또 발광 다이오우드의 극성도 주의하기 바란다.

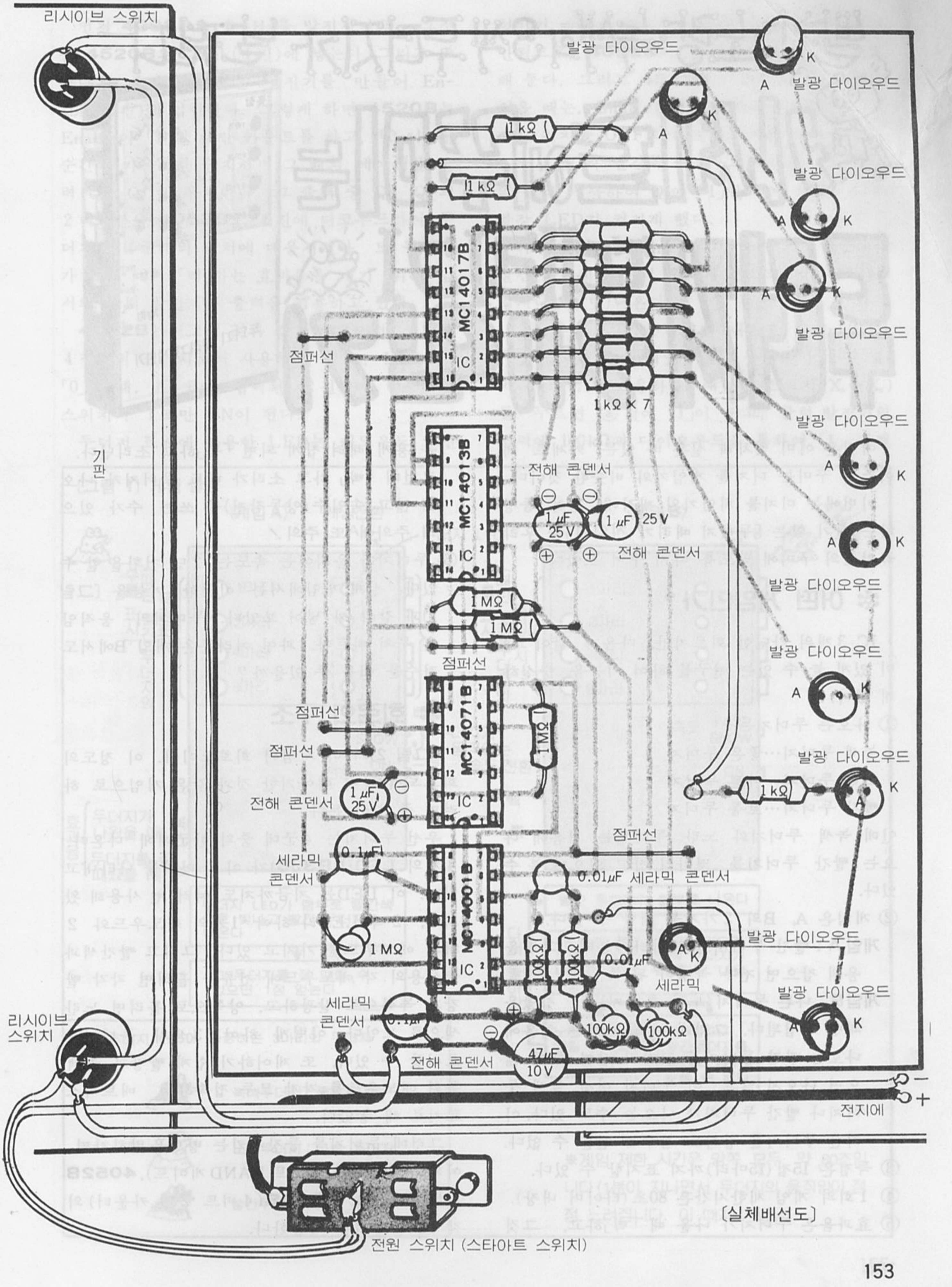
◎ 게임하는 법

본기는 전원 스위치 ON과 동시에 리세트되는 파워 온 리세트 방식이다.

우선 전원 스위치를 ON으로 하면 보올은 패널의 중심에서 오른쪽 코오너쪽으로 움직이기 시작한다. 보올이 바운드하여 리시이브 포인트에 오는 동시에 리시이브 스위치를 누르면 보올은 상대방 코오너로 이동해 간다. 만일 리시이브의 타이밍이 나쁘면 보올은 리시이브 포인트에서 정지해 버린다. 한번 더 파워스위치를 OFF로 했다가 다시 ON시켜 게임을 하도록 한다.

부 품 표

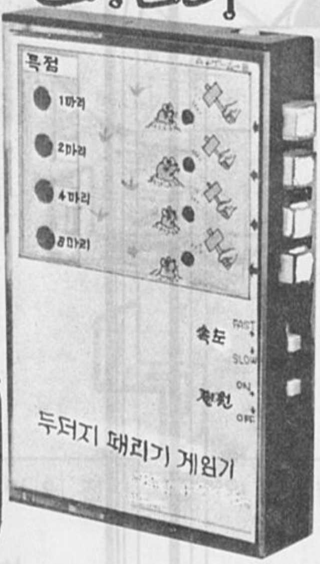
IC MC14001B ······ 1	콘덴서 47μF 10V 케미콘 ······ 1
MC14013B ······ 1	1μF 25V 〃 ······ 3
MC14017B ······ 1	0.1μF 50V 세라믹 ······ 2
MC14071B ······ 1	0.01μF 50V 〃 ······ 2
IC 소켓 14핀 ······ 3	저항 1kΩ (갈색·검정·빨강·금색) 1/4W
16핀 ······ 1	5% ······ 10
발광 다이오우드 빨강 5φ ······ 10	100kΩ (갈색·검정·노랑·금색) 1/4W
플라스틱 케이스 197×112×60㎜ ······ 1	5% ······ 4
아크릴판 192×107㎜(3㎜두께) ······ 1	1MΩ (갈색·검정·녹색·금색) 1/4W
감광기판 1.6×150×100㎜ ······ 1	5% ······ 4
현상제 DP-10 ······ 1	2φ×6 비스(슬라이드 스위치 고정용) ······ 2
스위치 3P 미니 슬라이드 스위치 ······ 2	3φ×8 비스(전지 고정쇠 고정용) ······ 1
2P 미니 푸시스위치 ······ 1	3φ 너트(〃) ······ 1
스페이서 15㎜(나사 있는 것) ······ 4	1.6φ×3 붙박이 ······ 4
L쇠(대형) ······ 1	비닐선(가는 것 1m×6색) ······ 1세트
전지 스냅 FC-1용 ······ 1	
건전지 FC-1(9V) ······ 1	


리시이브 스위치
발광 다이오우드
A
K
1kΩ
MC14017B
IC
점퍼선
1kΩ × 7
기판
MC14013B
전해 콘덴서
1μF 25V
1MΩ
MC14071B
1μF 25V
세라믹 콘덴서
0.1μF
MC14001B
0.01μF 세라믹 콘덴서
100kΩ
0.01μF
세라믹
리시이브 스위치
47μF 10V
전지에
전원 스위치 (스타아트 스위치)

〔실체배선도〕

빨간·노랑·녹색의 3색 두더지가 날뛴다

카세트에 꾸미는 두더지 때리기 게임기



이것은 이미 몇차례 실은 바 있는 카세트 케이스에 꾸미는 디지틀 게임기와 비슷한 것이다.

이번에는 디지틀 게임기의 제작에 흔히 등장하는 인기 있는 「두더지 때리기 게임기」를 우리 독자들의 구미에 맞도록 다시 꾸며 보았다.

❊ 어떤 게임인가?

IC 3개의 간단한 회로지만, 다음과 같이 재미 있게 놀 수 있는 연구를 하여 기능을 충실하게 했다.

① 나오는 두더지는,

녹색 두더지…좋은 두더지

노란 두더지…나쁜 두더지

빨간 두더지…보통 두더지

인데 녹색 두더지와 노란 두더지는 처음에 나오는 빨간 두더지를 몇마리 잡고 있으면 볼 수 있다.

② 게임은 A, B의 2가지를 택할 수 있다.

게임 A : 빨간 두더지만이 나타나는데, 그것을 용케 잡으면 전부 득점이 된다.

게임B : 나쁜 두더지(노란 두더지)를 잡았을 때만 득점된다. 그런데 이 두더지는 처음에 나오는 빨간 두더지를 몇마리 잡아 두지 않으면 나오지 않고, 이 두더지 대신 녹색 두더지나 빨간 두더지가 나오는 수도 있다. 이러한 두더지를 잡아도 점수는 얻을 수 없다.

③ 득점은 15점(15마리)까지 표시할 수 있다.

④ 1회의 게임 제한시간은 80초(타이머 내장).

⑤ 효과음은 두더지가 나올 때 「삑」하고, 그것을 용케 때려 잡게 되면 「뿍」하고 소리난다. 그런데 「삑」하고 소리가 나도 두더지가 나오지 않고 속임수(양동작전)를 쓰는 수가 있으니 주의에 또 주의!

⑥ 두더지가 움직이는 속도는 2단 전환을 할 수 있다. 실제 게임에서는 이러한 기능을 〔그림 1〕과 같이 짜 넣어 보았다. 두더지의 움직임은 무척 빠르다. 과연 여러분은 게임 B에서도 점수를 얻을 수 있을까?

❊ 회로의 구조

〔그림 2〕가 이 게임의 회로도이다. 이 정도의 회로로서 앞서 이야기한 것과 같은 게임으로 하려면 좀 힘이 든다.

우선 두더지는 4군데 중의 한군데에 나온다. 4개의 LED(**LP3JC**)가 이 두더지를 나타내고 있다. 이 LED는 지금까지도 여러 번 사용해 왔지만, 2색 LED라 하여 1개의 캐도우드와 2개의 애노우드를 가지고 있다. 그리고 빨간색과 녹색용의 각 애노우드에 전류를 흘리면 각각 빨강과 녹색으로 발광하고, 양쪽으로 흘리면 노란색으로 보인다. 이렇게 하여 3색의 두더지를 표시할 수 있다. 또 제어하기 쉽게 빨강과 녹색쪽의 애노우드를 각각 모두 접속하여 매트릭스 표시로 해 놓았다.

그런데 두더지를 등장시키는 방법을 말하자면, 여기는 **4093B**(시미트 NAND 게이트), **4052B**(멀티플렉서), **4520B**(4비트 2진 카운터)의 각 IC의 반씩을 사용한다.

먼저 **4093B**로 수kHz를 발진시키고, 그것을 **4520B**의 Clock(1핀)에 넣는다. 그리고 또 하나의 주파수가 낮은 발진기를 만들어 Enable(2핀)에 입력한다. 그렇게 하면 **4520B**는 Enable이 「1」일 때만 카운트를 하고, 「0」이 된 순간에 카운트를 중지하며 그 때의 데이터를 출력(Q_0~Q_3)에 유지한다. 그 출력 중 Q_2, Q_3의 2비트분을 **4052B**로 4진에 디코우드하여 두더지의 4군데의 위치에 대응시킨다. 또 두더지가 나올 때의 「삑」하는 효과음을 내기 위해 앞서의 클럭 발진기의 출력을 겸용하고 있다.

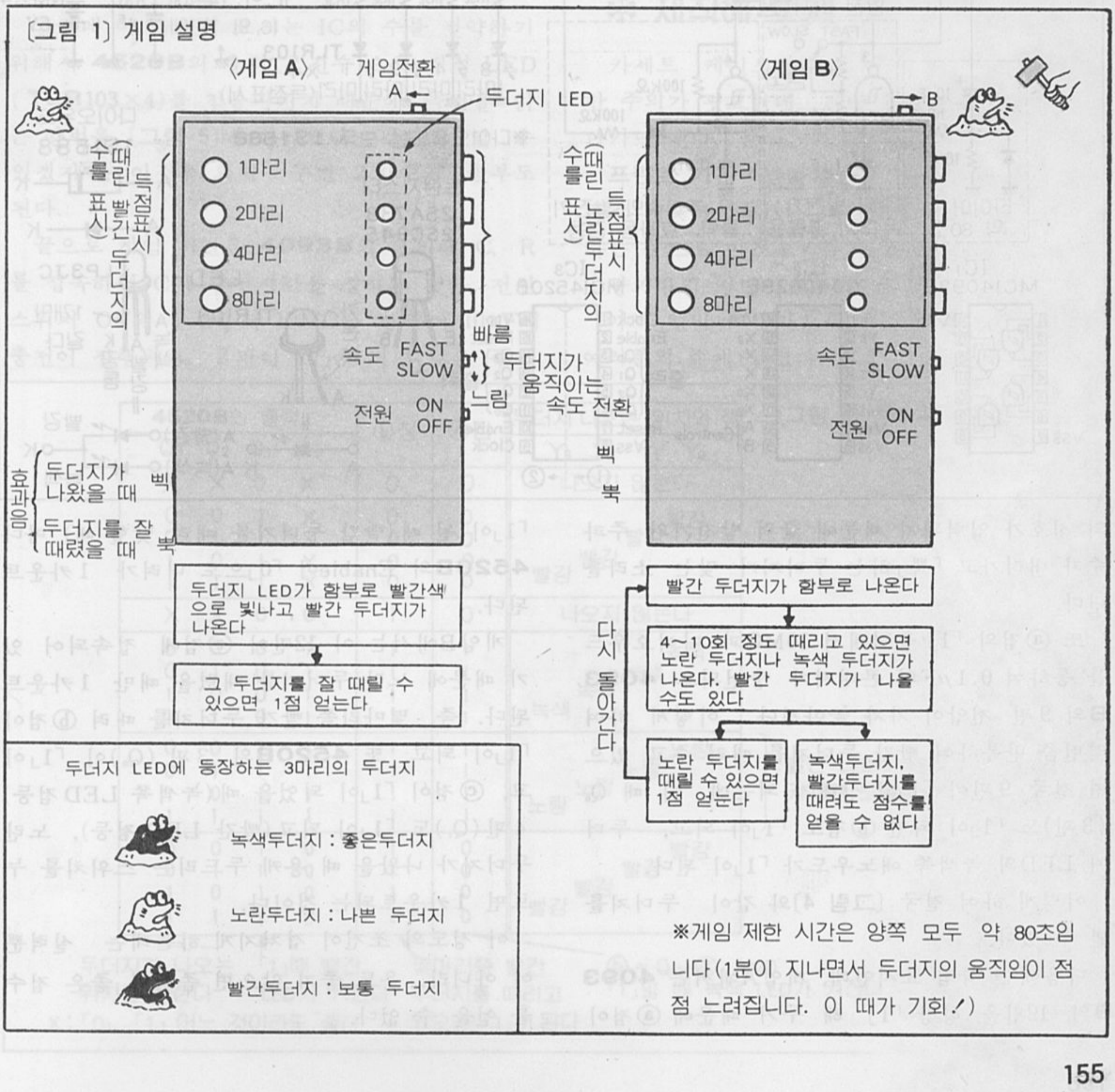
4052B는 〔그림 3〕과 같은 구조인데 2회로 4접점의 스위치로서 사용할 수 있고, Inhibit가 「0」일 때, A, B에 입력된 2진수에 대응하는 스위치가 1조만 ON이 된다.

두더지 표시에 사용한 LED는 캐도우드 코먼형이기 때문에 캐도우드를 「0」으로 하지 않으면 안되므로, **4052B**의 Y(공통단자)를 「0」으로 해 둔다. 그리고 **4520B**가 클럭을 카운트하고 있을 때는, Inhibit를 「1」로 하여 **4052B**의 전체 스위치를 OFF로 하여 두더지를 없애 버렸다.

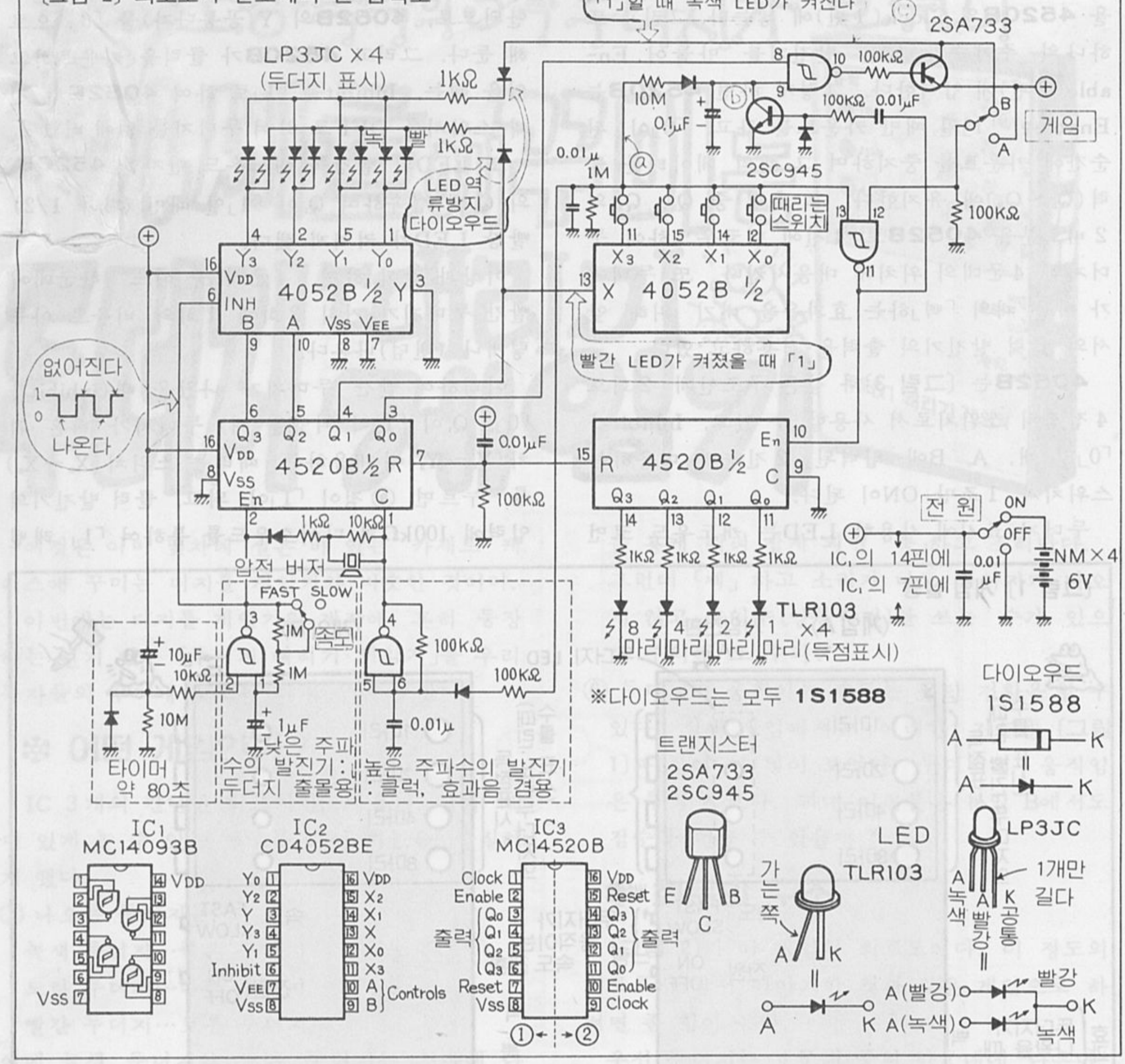
또 LED의 빨강쪽 애노우드 단자를 **4520B**의 Q_1에 접속하여 Q_1이 「1」일 때만 (확률 1/2) 빨강 LED가 켜지게 했다.

이상과 같이 하면, 4군데 중 어느 한군데에 빨간 두더지가 거의 2회에 1회의 비율로 아무렇게나 (랜덤)나온다.

이리하여 빨간 두더지가 나왔을 때(inhibit가 「0」, Q_1이 「1」이 되었을 때) 두더지가 나온 위치(Y_0~Y_3)에 대응하는, 때리는 스위치(X_0~X_3)를 누르면 ⓐ점이 「1」이 되고, 클럭 발진기의 입력에 100kΩ과 다이오우드를 통하여 「1」 레벨



〔그림 1〕 게임 설명



〔그림 2〕 회로도와 반도체의 핀 접속도

의 신호가 입력되기 때문에 클럭 발진기의 주파수가 내려가고 「뿍」하는 두더지가 맞는 소리를 낸다.

또 ⓐ점의 「1」출력에서 10MΩ과 다이오우드를 통하여 0.1μF의 콘덴서가 충전되고 **4093B**의 9핀 전압이 차차 높아진다. 이렇게 하여 몇번쯤 반복하여 빨간 두더지를 때려 주고 있으면 결국 9핀이 「1」의 상태가 되는데, 이 때 Q_0(3핀)도 「1」이 되면 ⓑ점도 「1」이 되고, 두더지 LED의 녹색쪽 애노우드가 「1」이 된다.

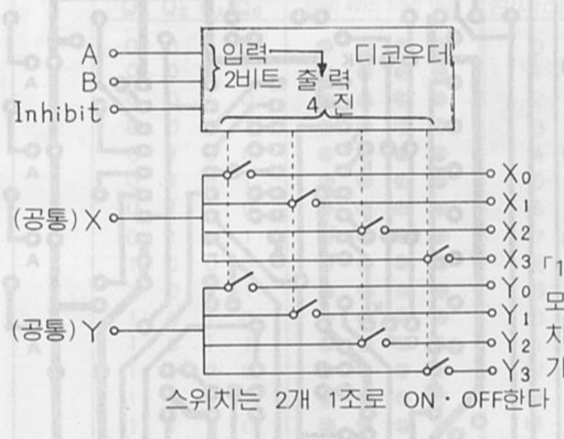
이렇게 하여 결국 〔그림 4〕와 같이 두더지를 낼 수 있다.

다음에는 득점 표시인데, 게임A에서는 **4093B**의 12핀을 항상 「1」 해 두기 때문에 ⓐ점이 「1」이 될 때(빨간 두더지를 때려 맞힐 때) 마다 **4520B**의 Enable이 「0」으로 내려가 1카운트된다.

게임B에서는 이 12핀이 ⓒ점에 접속되어 있기 때문에 노란 두더지를 때렸을 때만 1카운트된다. 즉, 몇마리쯤 빨간 두더지를 때려 ⓑ점이 「1」이 되고, 또 **4520B**의 3핀(Q_0)이 「1」이고, ⓒ점이 「1」이 되었을 때(녹색쪽 LED점등) 4핀(Q_1)도 「1」이 되고(빨간 LED점등), 노란 두더지가 나왔을 때 용케 두드리는 스위치를 누르면 1카운트되는 것이다.

이 정도의 조건이 겹쳐지게 하는데는 실력뿐이 아니라, 운도 좋지 않으면 좀처럼 좋은 점수를 얻을 수 없다.

〔그림 3〕 4052B(애널로그 스위치)의 구조



콘트롤 입력			ON이 되는 스위치
	셀렉터		
Inh	B	A	
0	0	0	X_0와 Y_0
0	0	1	X_1과 Y_1
0	1	0	X_2와 Y_2
0	1	1	X_3와 Y_3
1	X	X	전부 OFF

「1」로 하면 모든 스위치가 OFF가 된다

4조 중 어느 것을 ON으로 할 것인지 택한다

Inh=「0」일 때 4조의 스위치 중 셀렉터로 택하면 1조만이 ON이 된다

애널로그 스위치 멀티플렉서의 종류

4016B 4066B	1회로 1접점×4
4051B	1회로 8접점×1조
4052B	2회로 4접점×2조
4053B	3회로 2접점×3조

또 한번 노란 두더지를 때리면 **4093B**의 11핀 출력을 트랜지스터에 입력하여 0.1μF의 콘덴서를 방전해 버리므로 연속하여 2점은 딸 수 없게 되어 있다.

그런데 이 득점의 표시는 IC의 수를 절약하기 위해서 **4520B**의 출력(2진수)으로 직접 LED(**TLR**103×4)를 점등시키기 때문에 득점을 읽는 방법을 〔그림 5〕에 나타냈다. 간단히 알 수 있겠지만, 이것을 외워 두면 2진수의 공부도 된다.

끝으로 게임 시간은 **4093B**의 2핀에 C, R를 접속하여 C의 충전시간을 정하고 있다. 전원 스위치 ON의 순간부터 10MΩ을 통하여 10μF에 충전이 진행되고, 2핀이 「0」이 되면 낮은 주파수의 발진기가 발진을 정지하고, **4093B**의 3핀이 「1」이 된채로 있기 때문에 이제 두더지는 나오지 않는다.

❄ 제작해 보자

카세트 케이스내에 모두 다 넣기 때문에 세심한 주의가 필요한데, 하나씩 하나씩 꼼꼼히 해 나가면 된다.

프린트 기판 감광기판을 사용하면 아주 간단하고 깨끗하게 된다. 패턴도를 제2원도로 코피하는 등으로 마스크지를 만든다. 그리고 나서, 감광기판의 설명서대로 하면 된다.

이제 얼마나 재미있게 게임을 할 수 있느냐는 여러분의 손에 달렸다.

〔그림 4〕 두더지가 나오는 법

4520B의 출력				ⓑ점	ⓒ점	두더지 나오는 위치와 색			
Q_3	Q_2	Q_1	Q_0			Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
X	X	0	X	0	0	나오지 않는다			
0	0	1	X	0	0				빨강
0	1	1	X	0	0			빨강	
1	0	1	X	0	0		빨강		
1	1	1	X	0	0	빨강			
X	X	0	0	1	0	나오지 않는다			
0	0	0	1	1	1				녹색
0	1	0	1	1	1			녹색	
1	0	0	1	1	1		녹색		
1	1	0	1	1	1	녹색			
0	0	1	1	1	1				노랑
0	1	1	1	1	1			노랑	
1	0	1	1	1	1		노랑		
1	1	1	1	1	1	노랑			
0	0	1	0	1	0				빨강
0	1	1	0	1	0			빨강	
1	0	1	0	1	0		빨강		
1	1	1	0	1	0	빨강			

빨간 LED와 녹색 LED가 동시에 켜지면 노랗게 보인다

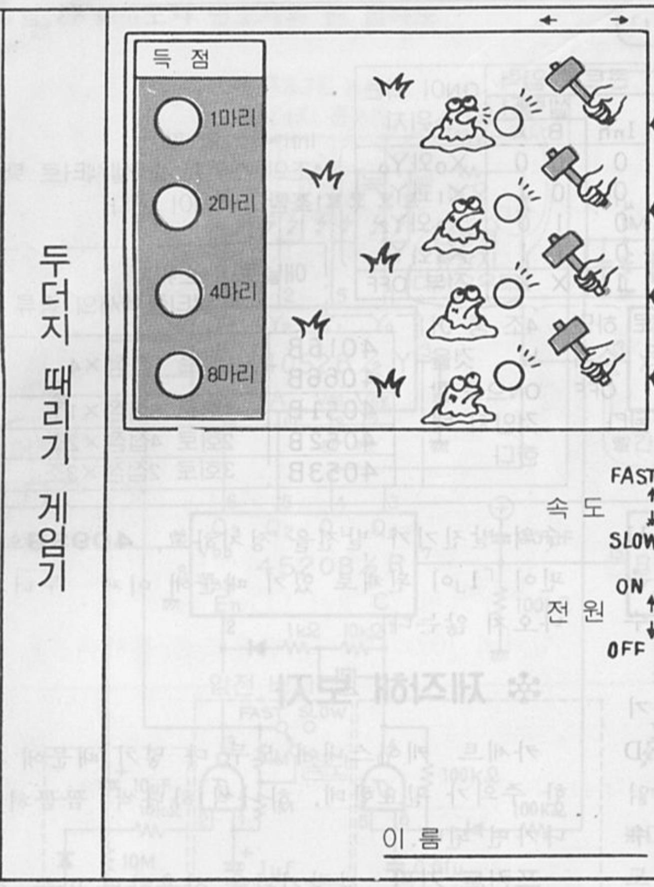
두더지가 나오는 위치를 정한다

「1」때 빨간 LED가 켜진다

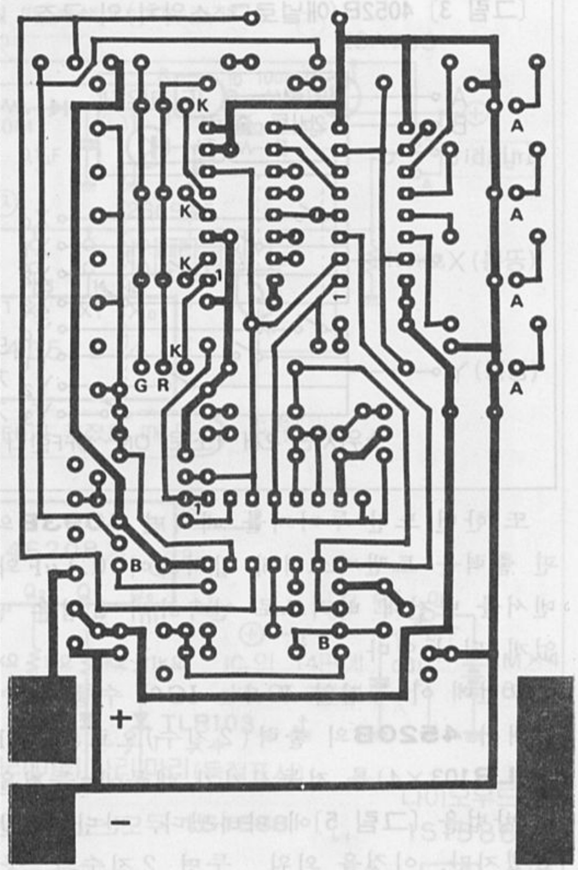
몇마리쯤 빨간 두더지를 때리고 있으면 「1」이 된다

ⓑ = Q_0 · ⓐ : AND
「1」일 때 녹색 LED가 켜진다

X : 「0」, 「1」 어느 것이라도 좋다



▲ 두더지 때리기 게임기의 레이블(원치수)



▲ 두더지 때리기 게임기의 프린트 패턴도(원치수)

부 품 표

C-MOS 디지틀 IC(같은 번호의 호환품이면 메이커는 어디든 좋다)

CD4052BE ································ 1

MC14093B ································ 1

MC14520B ································ 1

트랜지스터

2SA733(PNP 소신호용) ··················· 1

2SC945(NPN 소신호용) ··················· 1

LED(발광 다이오우드)

TLR103(빨강 고휘도형 ϕ5) ·············· 4

LP3JC (빨강·녹색 2색 LED) ············ 1

실리콘 다이오우드

1S1588 스위칭용이면 아무거나 좋다 ··· 7

저항 1/8~1/4W ±5%오차 P형 카아본 ···20

1kΩ : 7　10kΩ : 2　100kΩ : 6

1MΩ : 3　10MΩ : 2

콘덴서(내압은 10V면 충분하다)

0.01μF(세라믹) ······························ 5

0.1μF(탄탈) ································ 1

1μF(탄탈) ·································· 1

10μF(탄탈) ································· 1

스위치

푸시 스위치 ·································· 4

슬라이드 스위치 3P 초소형 ················ 3

압전 버저 ϕ24의 플라스틱 케이스에 든 것 (소형) ································ 1

건전지 NM ···································· 4

동판 또는 인청동판(전지 받이용)

5×120×0.5t ································· 1

주석도금선 ϕ0.8~1.0(전지 고정용) ········ 6cm

단심 코오드(점퍼선용) ······················ 25cm

프린트 기판 65×100㎜ ························ 1

카세트 테이프 케이스 ························ 1

〔그림 5〕 2진수의 표시 : 2진수와 10진수의 대응

8마리 4마리 1마리

4520B의 출력 Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	득점표시 8마리	4마리	2마리	1마리	득점 점(마리)
0	0	0	0	●	●	●	●	0
0	0	0	1	●	●	●	●	1
0	0	1	0	●	●	●	●	2
0	0	1	1	●	●	●	●	3
0	1	0	0	●	●	●	●	4
0	1	0	1	●	●	●	●	5
0	1	1	0	●	●	●	●	6
0	1	1	1	●	●	●	●	7
1	0	0	0	●	●	●	●	8
1	0	0	1	●	●	●	●	9
1	0	1	0	●	●	●	●	10
1	0	1	1	●	●	●	●	11
1	1	0	0	●	●	●	●	12
1	1	0	1	●	●	●	●	13
1	1	1	0	●	●	●	●	14
1	1	1	1	●	●	●	●	15

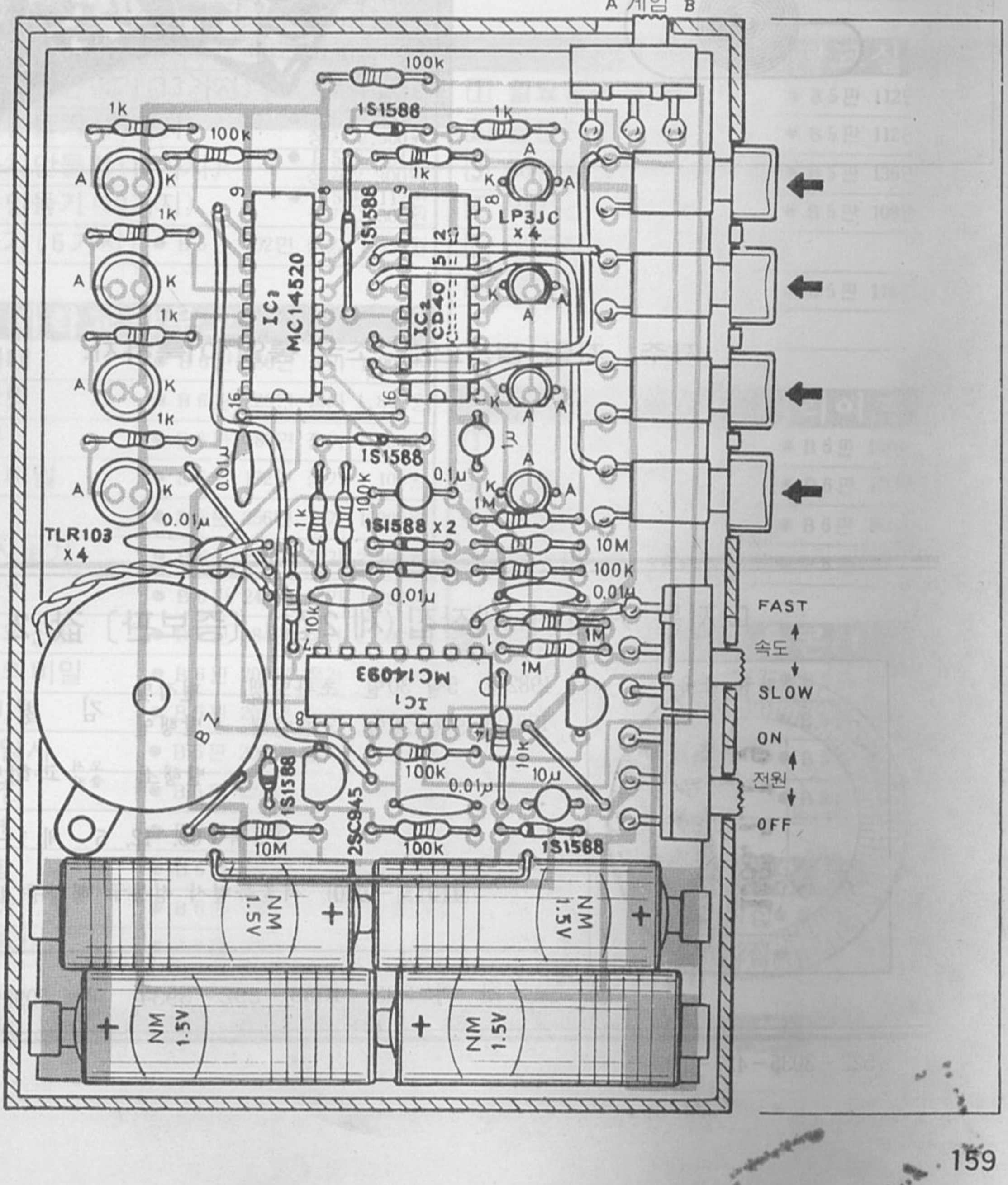
↑ 8의 점도 ↑ 4의 점도 ↑ 2의 점도 ↑ 1의 점도

● 꺼져 있는 LED
● 점등해 있는 LED

2진수→10진수의 방법
「1」이 있는 정도의 수(점등해 있는 LED가 나타내는 마리수)를 모두 더한다

예

0010 = 2 = 2
0101 = 4 + 1 = 5
1011 = 8 + 2 + 1 = 11
1111 = 8 + 4 + 2 + 1 = 15



자주, 자립 정신으로 조국 통일 이룩하자.

디지틀 게임기 제작집 (제 2 집) 〔증보판〕 값 2,700원

판권 소유

1982년 5월 30일 초판발행
1983년 5월 20일 3 판발행

편집및 발행인 김 병 진

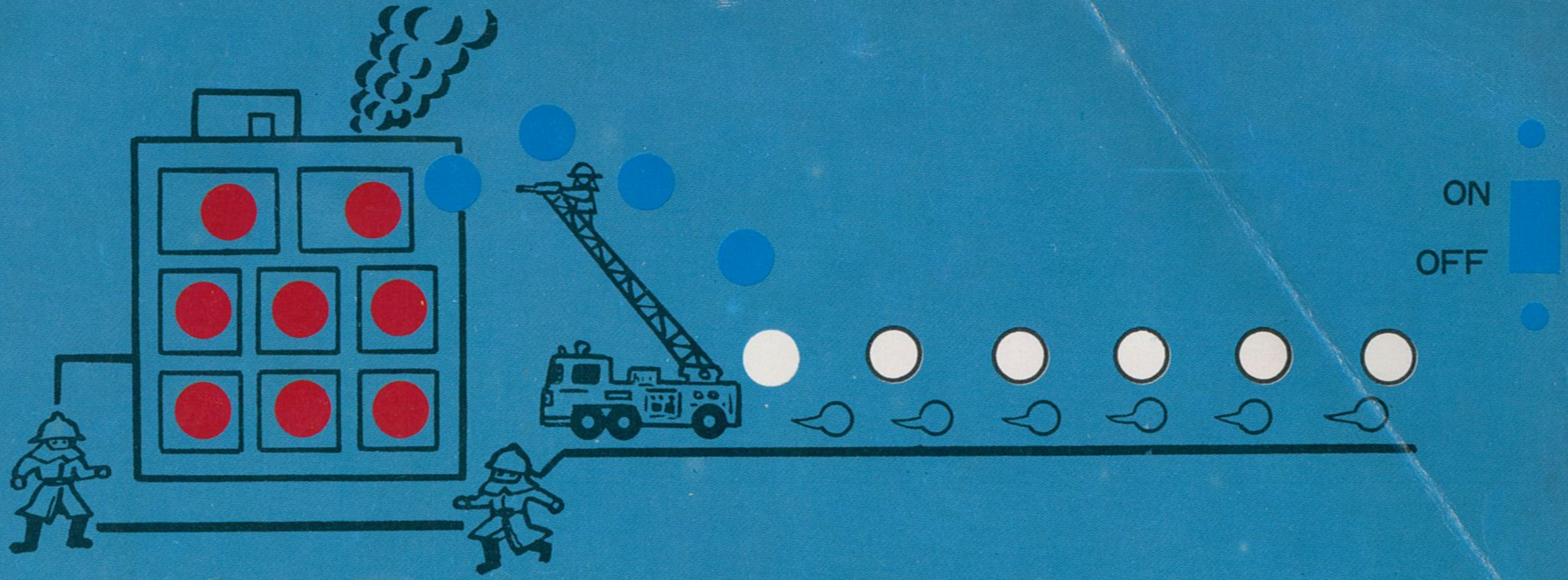
발행소 도서출판 과학도서

〔등록 : 68. 12. 5 제 1-249〕

133-00 서울특별시 성동구 행당동 1-56

전 화 293-1933 · 292-3934 대체 509596 번

522-3035-427-11603



FIRE MAN

522 – 3035 – 427 – 11603